28L.3

JUN 7 1894

6254

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOOLOGY CAMBRIDGE, MASS.

NOVA ACTA

ACADEMIAE

CAESAREAE LEOPOLDINO-CAROLINAE GERMANICAE NATURAE CURIOSORUM.

TOMUS SEXAGESIMUS.

CUM TABULIS XXIII.

Verhandlungen

der

Kaiserlichen Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher.

Sechzigster Band.

Mit 23 Tafeln.

Halle, 1894.

Druck von E. Blochmann und Sohn in Dresden.

Für die Akademie in Commission bei W. Engelmann in Leipzig.

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOOLOGY
HARVARD UNIVERSITY

Verhandlungen

der

Kaiserlichen Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher.

Sechzigster Band.

Mit 23 Tafeln.

Halle, 1894.

Druck von E. Blochmann und Sohn
in Dresden.

Für die Akademie in Commission bei W. Engelmann in Leipzig.

NOVA ACTA

ACADEMIAE

CAESAREAE LEOPOLDINO-CAROLINAE GERMANICAE NATURAE CURIOSORUM.

TOMUS SEXAGESIMUS.

CUM TABULIS XXIII.

HALIS SAXONUM, MDCCCXCIV.

Ex officina E. Blochmanni et Filii
Dresdae.

Pro Academia apud W. Engelmann. Lipsiae.

JUN 7 1894

GUILIELMO II

REGNI GERMANICI IMPERATORI GLORIOSISSIMO

BORUSSORUM REGI AUGUSTISSIMO POTENTISSIMO

ACADEMIAE CAESAREAE LEOPOLDINO-CAROLINAE GERMANICAE
NATURAE CURIOSORUM

PROTECTORI SUPREMO, AMPLISSIMO, CLEMENTISSIMO

HOC SEXAGESIMUM NOVORUM ACTORUM VOLUMEN

SACRUM ESSE DESPONSUMQUE

VOLUIT ACADEMIA

PRAESIDE

HERMANNO KNOBLAUCH.

Inhalt des LX. Bandes.

I. Dr. **E. von Rebeur-Paschwitz.** Das Horizontalpendel und seine Anwendung zur Beobachtung der absoluten und relativen Richtungs-Aenderungen der Lothlinie . . S. 1—216. Taf. I—V.

II. Dr. **Victor Schiffner.** Ueber exotische Hepaticae, hauptsächlich aus Java, Amboina und Brasilien, nebst einigen morphologischen und kritischen Bemerkungen über *Marchantia* . . . . . S. 217—316. Taf. VI—XIX.

III. Dr. **Johannes Frenzel.** Mikrographie der Mitteldarmdrüse (Leber) der Mollusken. Zweiter Theil. Erste Hälfte. Specielle Morphologie des Drüsenepithels der Lamellibranchiaten, Prosobranchiaten und Opisthobranchiaten . . . . . S. 317—408. Taf. XX—XXIII.

NOVA ACTA
der Ksl. Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher
Band LX. Nr. 1.

Das Horizontalpendel

und

seine Anwendung zur Beobachtung der absoluten und relativen Richtungs-Aenderungen der Lothlinie.

Ergebnisse einiger mit Unterstützung der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften in den Jahren 1889—1892 auf den Observatorien zu Wilhelmshaven und Potsdam sowie in Puerto Orotava auf Teneriffa ausgeführter Beobachtungsreihen.

Von

Dr. **E. von Rebeur-Paschwitz,**
Privatdocent der Astronomie in Halle a. S.

Mit 5 Tafeln Nr. I—V.

Eingegangen bei der Akademie am 20. Juli 1892.

HALLE.
1892.
Druck von E. Blochmann & Sohn in Dresden.
Für die Akademie in Commission bei Wilh. Engelmann in Leipzig.

Inhalt.

Seite

I. Einleitung 5

II. Das Instrument 17

1. Beschreibung des neuen Horizontalpendels 17
2. Bemerkungen über einige vorläufige Beobachtungen 21
3. Kurze Theorie des Pendels 23
4. Amplituden-Beobachtungen 30
5. Verschiedene Untersuchungen 33
6. Der Registrirapparat 40

III. Die Beobachtungen 42

1. Wilhelmshaven 42
2. Potsdam 57
3. Puerto Orotava 73

IV. Ueber die Einwirkung des Mondes auf das Horizontalpendel 87

1. Wilhelmshaven und Potsdam 89
2. Puerto Orotava 96

V. Die tägliche Periode 105

1. Puerto Orotava 106
2. Wilhelmshaven 114
3. Potsdam 126

VI. Die Bewegung des Nullpunktes 135

1. Wilhelmshaven 135
2. Potsdam 140
3. Puerto Orotava 144

VII. Seismische Erscheinungen 151

VIII. Litteratur 186

IX. Vorschläge zur Construction des Horizontalpendels 213

I. Einleitung.

Die Annahme, dass die Richtung des Bleiloths innerhalb der der Beobachtungskunst zugänglichen Grenzen und in Beziehung auf feste Achsen in der Erde als unveränderlich betrachtet werden könne, bildet eine der wichtigsten Voraussetzungen der Astronomie und Geodäsie. Zwar hatte man schon lange erfahren, dass die Lage anscheinend fester Gegenstände an der Erdoberfläche gegen die Lothlinie kleinen Veränderungen unterworfen ist, doch war man im Stande, denselben mit Hilfe der Niveaus und anderer Mittel Rechnung zu tragen. Immer aber bildete die Voraussetzung der absoluten Unveränderlichkeit der Lothlinie die Grundlage aller fundamentalen Bestimmungen.

Während nun dieser Standpunkt bis vor Kurzem seine Berechtigung darin hatte, dass man behaupten konnte, die Aenderungen der Lothlinie müssten sich im Allgemeinen innerhalb sehr enger Grenzen halten, so erscheint doch andererseits im Hinblick besonders auf die jüngsten die Veränderlichkeit der Polhöhe betreffenden Untersuchungen die Frage berechtigt, ob man sich weiterhin auf diesen Standpunkt stellen dürfe. Obwohl die systematischen Polhöhenbeobachtungen sich erst in ihrem Anfangsstadium befinden, so ist doch bereits festgestellt, dass dieses wichtigste Reductionselement gewissen Veränderungen unterworfen ist. Das Studium derselben ist neuerdings derart in den Vordergrund des Interesses getreten, dass es mir an der Zeit scheint, nachdem die bisherigen Speculationen sich fast ausschliesslich mit der Frage der periodischen Bewegungen der Polarachse beschäftigt haben, auch der anderen Seite des Gegenstandes, nämlich der Frage nach den Aenderungen der Richtung der Lothlinie einen Theil dieses Interesses zuzuwenden. Um

die Bewegungen der Polarachse gründlich zu untersuchen, müssen Beobachtungen in dieser Hinsicht als nothwendige Ergänzung unternommen werden, denn es ist durchaus nicht ausgeschlossen, dass ein wenn auch kleiner Theil der Polhöhenänderung auf die kleinen Verschiebungen der Lothlinie zurückzuführen ist.

Ein anderer Gegenstand von Interesse ist folgender. Jeder praktische Beobachter dürfte die Wahrnehmung gemacht haben, dass aus einer auf längere Zeit vertheilten Serie gleichartiger Beobachtungen zuweilen einzelne Zahlen in überraschender Weise herausspringen und Abweichungen aufweisen, die eine genügende Erklärung nicht finden, indem es in vielen Fällen unmöglich ist, Beobachtungsfehler anzunehmen. Bei denjenigen Beobachtungen nun, welche einer Correction für Achsenneigung bedürfen, pflegt man die Bestimmung der letzteren in gewissen oft durch längere Zeitintervalle getrennten Momenten zu wiederholen, und sich für die Zwischenzeiten auf den regelmässigen Gang zu verlassen. Einige Wahrnehmungen, welche in dieser Abhandlung mitgetheilt werden, machen es sehr zweifelhaft, ob man bei diesem Verfahren nicht gelegentlich Fehler begeht, welche auch bei anderen als den allerfeinsten Beobachtungen merklich werden müssen. Mit anderen Worten, es ist die Frage aufzuwerfen, ob die relativen Lagenänderungen der Instrumente in Beziehung auf die Lothlinie wirklich immer mit der unseren Reductionen zu Grunde liegenden Stetigkeit vor sich gehen.

Bei dem gegenwärtigen Stande der astronomischen Messungen und der Vollkommenheit, zu der man in der Herstellung der Instrumente gelangt ist, macht sich wohl die Ansicht geltend, dass die Beobachtungen an der Grenze der Genauigkeit angelangt sind, welche denselben durch die Störungen in der Atmosphäre gezogen ist. Wenn in dieser Hinsicht nicht durch die in Aufnahme gekommenen Bergobservatorien und durch die Anwendung der Photographie noch ein Fortschritt erzielt wird, so werden sich, da das Streben nach grösserer Vollkommenheit nie aufhören kann, die Bemühungen der Astronomen noch in höherem Maasse als bisher darauf richten, die erkennbaren Fehlerquellen zu studiren. Darum dürfte G. H. Darwin Recht behalten, wenn derselbe auf Grund seiner Beobachtungen sagt: „Ich getraue mir vorauszusagen, dass in einer künftigen Epoche praktische Astronomen sich nicht mehr damit begnügen werden, Niveauveränderungen in der Weise zu berücksichtigen, dass sie das Mittel aus einigen Ablesungen nehmen, sondern dass sie für jede

einzelne Beobachtung die Bestimmung dieser Correction durch ein besonderes Instrument für nöthig erachten werden.“ [1])

Wenn bisher den absoluten und relativen Richtungsänderungen der Lothlinie nur von vereinzelten Beobachtern eine besondere Aufmerksamkeit zugewendet worden ist, so liegt die Ursache davon in den Schwierigkeiten, welche die Ausführung eigens zu diesem Zwecke bestimmter Beobachtungen bietet. Ferner geht aus allen Experimenten, welche in dieser Richtung bisher unternommen wurden, unzweifelhaft hervor, dass die zu beobachtenden Veränderungen nicht einfacher Art, sondern von einer so complicirten Zusammensetzung sind, dass es zuerst unmöglich erscheint die verschiedenen Einflüsse von einander zu trennen. Bedenkt man, dass die gleiche Bemerkung für das Gebiet der meteorologischen und magnetischen Beobachtungen zutrifft, so wird man hierin nur eine Anregung finden, jenen Beobachtungen allmählich eine grössere Ausdehnung zu geben und statt der gelegentlichen Aufzeichnungen, auf welche sich bisher mit einigen Ausnahmen die Beobachter beschränkten, continuirliche einzuführen, wie sie für das Studium der Meteorologie und des Erdmagnetismus längst unentbehrlich geworden sind.

Allen Methoden zur Beobachtung der Lothlinie haftet der Mangel an, dass reelle Richtungsänderungen ohne Weiteres nicht von den scheinbaren zu unterscheiden sind. Da alle unsere Instrumente nothwendig in Verbindung mit dem Erdboden stehen, so muss jede Niveauveränderung eine Bewegung der Lothlinie erzeugen.

Was die reellen Veränderungen der Lothlinie betrifft, so ist man kaum im Stande, mit einiger Sicherheit zu sagen, welche Grösse dieselben im äussersten Falle erlangen können. Während sich der Betrag der durch die differentielle Wirkung der Sonnen- und Mondattraction hervorgerufenen Ablenkungen genau berechnen lässt, gilt das Gleiche nicht von den durch die Versetzung der Massen an der Erdoberfläche verursachten Oscillationen. G. H. Darwin hat den Effect der durch Luftdruckänderungen und durch den Wechsel der Gezeiten des Meeres erzeugten Veränderungen der Massenvertheilung an der Erdoberfläche zu schätzen gesucht.[2]) Die Beträge der Ablenkung, welche unter ge-

[1]) S. Nr. 61 des VIII. Abschnitts.

[2]) S. Nr. 61.

wissen einfachen, den mathematischen Formeln angepassten Voraussetzungen erhalten werden, sind allerdings gering genug, aber diese Schätzungen sind nicht im Stande, den complicirten Verhältnissen des Erdballes im Ganzen Rechnung zu tragen. Wenn man alle die zum grössten Theil periodischen Massenverschiebungen an der Oberfläche desselben berücksichtigen könnte, so ist es wohl möglich, dass die Resultante aller Anziehungswirkungen gegenüber der allgemeinen Schwere einen merklichen Betrag erlangte. Wer trotz der neueren Untersuchungen über den muthmaasslichen Zustand des Erdinnern noch geneigt ist, der Erde einen mehr oder minder ausgedehnten flüssigen Kern zuzuschreiben, wird ferner hierin nur eine weitere Ursache für die Möglichkeit wahrnehmbarer Aenderungen der Lothrichtung erkennen müssen. Wenn dagegen, was das weitaus Wahrscheinlichere ist, nach Sir William Thomson und G. H. Darwin die Erde eine durchschnittliche Starrheit gleich derjenigen des Stahls besitzt, so wird diese Schlussfolgerung hinfällig, es sei denn, dass man der Ansicht von Ed. Roche folgte und zwischen dem inneren dichteren Kern und der äusseren weniger dichten Schale eine flüssige Schicht als existirend annähme.

Kann man hiernach mit einiger Wahrscheinlichkeit schliessen, dass die wahren Richtungsänderungen der Lothlinie nur bei den feinsten Beobachtungen von Bedeutung werden, so lehrt die Erfahrung andererseits, dass die scheinbaren Bewegungen derselben an vielen Punkten der Erdoberfläche erheblich sind. Auch hier sind es eine Anzahl verschiedenartiger Ursachen, welche die nämliche Wirkung hervorrufen. Niveauänderungen können entstehen erstens durch den Einfluss der Temperatur und Sonnenstrahlung, sei es, dass es sich dabei um rein lokale Einwirkungen oder solche von weiterem Umfange handelt. Unter ersteren verstehen wir sowohl die Veränderungen im Instrument selbst, als in dessen Fundamenten. Diese nach Möglichkeit zu beseitigen oder zu eliminiren, bildet eine der Hauptaufgaben für die Anordnung der Beobachtungen, da Niveaubewegungen, welche aus dieser Quelle stammen, kein besonderes Interesse besitzen. Dass durch die Temperatur ferner Bewegungen der Lothlinie von allgemeiner Art bedingt sind, lehren zahlreiche Beobachtungen.

In zweiter Linie sind die elastischen Deformationen der Erdoberfläche zu berücksichtigen, welche durch äusseren Druck entstehen und wie G. H.

Darwin gezeigt hat, gar nicht unmerklich sind, jedenfalls aber die Wirkung der oben erwähnten Massenanziehung erheblich übertreffen. Je nach der Annahme über die Elasticität der oberen Erdschichten erhält man natürlich sehr verschiedene Resultate, nach meinen Beobachtungen dürften die durch Rechnung gefundenen Zahlen aber unter Umständen in der Wirklichkeit noch übertroffen werden. Hierher sind auch die vielleicht existirenden körperlichen Gezeiten der Erde zu rechnen. Obwohl es feststeht, dass dieselben sehr klein sein müssen, so liegen doch durch dieselben bedingte Hebungen und Senkungen des Bodens von gleichem Betrage, wie sie die barometrischen Depressionen erzeugen, im Bereich der Möglichkeit.

Zu den erwähnten Ursachen von Niveauveränderungen treten endlich die geologischen Kräfte, welche nach den jetzigen Anschauungen unablässig thätig sind, die Oberfläche der Erde langsam umzuformen. Ueber die gegenwärtige Wirkung dieser Kräfte wissen wir nur soviel, als aus den Beobachtungen über Hebungen und Senkungen der Continente und den durch die neuere Wissenschaft aufgedeckten Vorgängen bei der Gebirgsbildung entnommen werden kann.

Bei einer so mannigfaltigen Zusammensetzung einer Erscheinung kann man nicht erwarten, durch vereinzelte vielleicht nur gelegentliche Beobachtungen zu nennenswerthen Ergebnissen zu gelangen. Es wiederholt sich dasselbe, was wir bei anderen verwandten Zweigen der Naturwissenschaften beobachten, dass nämlich der eigentliche Aufschwung derselben erst mit der Organisation planmässiger ununterbrochen ausgeführter Beobachtungen eintritt. Wenn wir erwägen, dass sich durch die Ausführung fortgesetzter correspondirender Beobachtungen der Lothlinie die Aussicht eröffnet, die verschiedenen interessanten Probleme, auf welche oben verwiesen wurde, ihrer Lösung näher zu bringen, so muss es überraschen, dass diesem Gegenstande bisher nicht grössere Aufmerksamkeit geschenkt worden ist. An Anregungen hat es übrigens, wie sich aus der Litteraturübersicht am Schlusse dieser Arbeit ergiebt, nicht gefehlt, ebensowenig an sinnreichen Apparaten, welche zum Theil eine bisher ungeahnte Genauigkeit der Beobachtungen gestatteten. Selten aber hat man von denselben längeren Gebrauch gemacht.[1]) Den Hauptgrund hierfür suche

[1]) Eine Ausnahme bilden die langjährigen Beobachtungen von d'Abbadie und Plantamour, vergl. darüber Nr. 32—38 und 54.

ich darin, dass von einem Versuche[1]) abgesehen, eine Registrirung dieser Beobachtungen einzuführen, die letzteren ausschliesslich auf Ablesungen beruhten. Letztere nun dauernd und in solchem Umfange zu besorgen, wie es nach meinen Erfahrungen bei diesen Beobachtungen nöthig ist, wird ein Einzelner um so weniger im Stande sein, als solche Untersuchungen in der Regel nur nebenbei ausgeführt zu werden pflegen. Während bei den meteorologischen Vorgängen schon dreimal tägliche Ablesungen der Instrumente genügen, um die wichtigsten Resultate abzuleiten, erscheinen hier fortlaufende Registrirbeobachtungen unerlässlich.

In der vorliegenden Arbeit ist der meines Wissens erste umfangreichere Versuch dieser Art behandelt. Der Leser möge beurtheilen, ob derselbe erfolgreich gewesen ist und die angewandte Beobachtungsmethode verbreitet zu werden verdient.

Ich begann diese Untersuchung im Jahre 1886, indem ich an dem von Zöllner erfundenen Horizontalpendel[2]) eine Abänderung vornahm. Dieses Instrument beruht bekanntlich auf der Idee, einen pendelförmigen Gegenstand um eine nahezu verticale Achse schwingen zu lassen. Wenn die Drehung ohne Reibung erfolgt, so ist die Bewegung nur durch die in die Ebene der Drehung fallende Componente der Schwerkraft bestimmt, welche gleich Null wird, wenn die Drehungsachse vertical steht. Im letzteren Falle erreicht das Pendel den Zustand des indifferenten Gleichgewichts und jede geringste Richtungsänderung der Drehungsachse genügt, eine starke Bewegung des Pendels herbeizuführen. In der Praxis giebt man je nach der gewünschten Empfindlichkeit der Drehungsachse eine stärkere oder geringere Neigung und kann dann selbst bei Neigungsänderungen von Tausendstel Bogensekunden noch merkliche Ausschläge des Pendels erzielen. Allerdings gelangt dabei immer nur die zur Richtung des Pendels senkrechte Componente der Neigungsänderung zur Beobachtung. Um dieselbe also vollständig zu kennen, muss man in zwei zu einander senkrechten Azimuthen beobachten.

Bei der praktischen Ausführung dieser Idee bediente sich Zöllner einer besonderen Aufhängungsart für das Pendel. Zwei Stahldrähte wurden

[1]) Bouquet de la Grye und Milne, vergl. Nr. 38 und 61.

[2]) S. Nr. 56 und 57.

nahe dem einen Ende eines Glasstabes dicht nebeneinander befestigt und an dem oberen und unteren Ende eines auf drei Stellschrauben ruhenden Stativs festgeklemmt, so dass der der Mitte nähere Draht nach oben führte. Die Länge der Drähte war so bemessen, dass das Pendel nahezu horizontal schwebte. Ferner war die Lage der durch die beiden Fixpunkte gelegten Verticalebene so regulirt, dass dieselbe mit der Richtung eines Stativarmes zusammenfiel. Mittelst der Fussschrauben des Stativs konnte man sich dem idealen Zustande des indifferenten Gleichgewichts so weit nähern, dass mit Hilfe von Fernrohrablesung noch Ablenkungen des Pendels zu unterscheiden waren, die nur 0.″00035 Neigungsänderung des Instruments entsprachen. Nachdem Zöllner mit diesem Apparat einige Beobachtungen in den Kellerräumen des Leipziger Universitätsgebäudes angestellt hatte, liess er einen zweiten Apparat von nahezu gleicher Construction in grösseren Massen ausführen. Bei demselben wurden die Drähte durch feine Uhrfedern ersetzt, welche in nach innen scharfkantigen Ringen endeten. In diese wurde der durch ein Gewicht beschwerte Pendelstab hineingelegt, so dass er die beiden Federn in Spannung hielt. Mit diesem neuen Apparat sind die wenigen von Zöllner veröffentlichten Beobachtungen angestellt. Ob derselbe in der That eine Verbesserung des ersten einfacheren Apparats war, dürfte zu bezweifeln sein. Vor einigen Jahren sah ich auf dem astrophysikalischen Observatorium in Potsdam einige Theile desselben, welche wohl den Zweifel erwecken konnten, ob er zu feineren Messungen geeignet war.[1])

G. H. Darwin erwähnt in einer Uebersicht der bisherigen Versuche zur Messung der Richtungsänderungen der Lothlinie[2]), dass das Zöllner'sche Horizontalpendel vermuthlich das empfindlichste aller bisher zu diesem Zwecke angewandten Hilfsmittel sei, betont aber, dass die Art der Aufhängung des Pendels zu Bedenken Veranlassung gebe. Nicht nur ist die Richtung des Pendels von der Torsion der Drähte beeinflusst, sondern auch der Zustand der Spannung, in dem sich die Drähte befinden, muss auf dieselbe einwirken.

[1]) Einer brieflichen Mittheilung zufolge benutzte 1886 ein Herr Baltin diesen Apparat, um die Zöllner'schen Beobachtungen in demselben Raum, in dem ich später beobachtete, fortzusetzen. Doch scheint derselbe keinen Erfolg gehabt zu haben, da die Beobachtungen sehr bald aufgegeben wurden.

[2]) S. Nr. 60.

Aehnliche Bedenken veranlassten mich, eine Aufhängung des Pendels in Spitzen zu versuchen. Wie ich mich später überzeugte, ist eine nur wenig abweichende Form des Pendels bereits bei einigen Seismographen eingeführt, wo allerdings die Ansprüche bezüglich einer nahezu reibungsfreien Bewegung nicht entfernt so hohe sein brauchten wie hier. Die Construction ist folgende.[1]) Mit dem einen Ende des Pendels ist *T*-förmig ein kurzes Querstück verbunden, an dessen Enden kleine Achatschalen als Lager eingelassen sind. Die Oeffnung der oberen Schale ist gegen den Schwerpunkt des Pendels gerichtet, die der unteren von demselben abgewendet. Diese beiden Schalen nun legen sich gegen zwei feine übereinander an einem Stativ befestigte Stahlspitzen, welche den Kugelflächen der Schalen entsprechend so orientirt sind, dass der Druck an diesen Stellen ein verticaler ist und seine Richtung mit der der Spitzen zusammenfällt. Ist dann g das Gewicht des Pendels und bezeichnet 2α den Winkel, den die beiden vom Schwerpunkte des Pendels nach den Berührungspunkten der Lager gerichteten Linien mit einander bilden, so lastet auf jeder Spitze das Gewicht $\frac{g}{2 \sin \alpha}$. Da keine Erfahrung darüber vorlag, ob eine derartige Construction eine ausreichend freie Bewegung des Pendels gestatte, so liess ich mir einen einfachen Apparat dieser Art herstellen und beobachtete an demselben in einem grossen Keller der technischen Hochschule in Karlsruhe.[2]) Ein Fernrohr mit Scala war in 4 m Entfernung westlich vom Pendel aufgestellt und die Ablesungen geschahen nach der bekannten Methode mittelst eines kleinen am Pendel angebrachten Spiegels. Während die Schwingungsdauer des Pendels in verticaler (mittelst einer kleinen Hilfsachse herzustellender) Aufhängung $0^s.454$ betrug, konnte dieselbe bei den Versuchen auf $20^s.445$ gebracht werden und es liessen sich in diesem Zustande noch $0''.0025$ unterscheiden. Bei diesen Versuchen stellte sich heraus, dass die Bewegung von der Reibung in den Lagern nur unmerklich beeinflusst wurde. Wegen der schiefen Stellung der Spitzen findet zwar ausser der wälzenden Bewegung (entsprechend derjenigen auf Schneiden) eine Drehung der Lager auf den

[1]) Vergl. die Fig. 1 zu pag. 19.

[2]) Die folgenden Versuche wurden mit den vom Naturwissenschaftlichen Verein zu Karlsruhe bewilligten Mitteln ausgeführt und sind im X. Bande der Verhandlungen dieses Vereins eingehender geschildert. Ferner in den Astron. Nachr. Nr. 2809 und 2874.

Spitzen statt, dieselbe ist aber so gering, dass sie die freie Bewegung des Pendels nicht hemmt. Es wurde festgestellt, dass auch die kleinsten Schwingungen, die sich beobachten liessen und bei denen der Winkel der ganzen Oscillation 26″, die entsprechende Bewegung der Pendelspitze aber $\frac{1}{40}$ mm betrug, sich mit vollkommener Regelmässigkeit vollzogen. Der Apparat besass ferner eine Vorrichtung, um das Pendel durch einen feinen Luftstrom in Bewegung zu versetzen, wenn es zur Ruhe gekommen war. Machte man nun die Ablesung erst im Zustande der Ruhe und leitete dieselbe dann andererseits aus den Elongationen des in Bewegung versetzten Pendels her, wobei man voraussetzen durfte, dass die geringe Reibung überwunden war, so war die Uebereinstimmung in allen Fällen eine vollkommene. Es bedarf nicht der Erwähnung, dass bei diesen Versuchen das Pendel durch einen Schutzkasten gegen Luftströmungen und Wärmeeinflüsse sorgfältig geschützt war.

Aus den Beobachtungen folgte weiter, dass es nothwendig ist, die Fundamente für das Instrument möglichst zu isoliren. Da hierauf Anfangs weniger Rücksicht genommen war, so zeigten sich, wenn man seitlich an den Pendelpfeiler herantrat, Ablenkungen, welche fast die ganze Länge der Scala (800 mm) durch das Fernrohr führten. Es ist hieraus für Beobachtungen dieser Art im Allgemeinen der Schluss zu ziehen, dass, wenn man nicht über sehr tiefe gut isolirte Fundamente verfügt, wenigstens die nächste Umgebung des Pfeilers möglichst vor ungewöhnlicher Belastung zu schützen ist. Man kann auch andererseits bei continuirlichen Beobachtungen, wenn das Pendel mit der Zeit zu stark von der mittleren Gleichgewichtslage abweichen sollte, obige Erfahrung benutzen, um durch passende Placirung eines Gewichts auf dem Boden das Pendel in die alte Lage zurückzuführen.

Hinsichtlich des Einflusses von Erschütterungen, wie sie durch den gewöhnlichen Verkehr erzeugt werden, wurde die bemerkenswerthe Wahrnehmung gemacht, dass dieselben die Güte der Beobachtungen gar nicht beeinflussen. Die Lage des Beobachtungslocals in einer ziemlich verkehrsreichen Gegend — in nächster Nähe arbeitete häufig eine Dampfmaschine und Artillerie zog nicht selten an dem Gebäude vorüber — bot reichliche Gelegenheit, das Verhalten des Pendels bei solchen Störungen zu studiren. Ich bemerkte nun oft, dass in solchen Fällen der Spiegel des Pendels in verticaler

Richtung hin und her vibrirte, ohne dass die Gleichgewichtslage im geringsten beeinflusst wurde. Da nun die Bodenbewegungen oft so merklich waren, dass sie dem Beobachter auch durch das Gefühl wahrnehmbar wurden, so muss man schliessen, dass die Schwingungen vorzugsweise in einer zur Erdoberfläche normalen Richtung vor sich gehen und dass es darum für die Anstellung dieser Beobachtungen nicht so wesentlich ist, dass dieselbe an einem vor den Erschütterungen des Verkehrs geschützten Orte geschieht. Im Gegentheil liegt die Annahme nahe, dass die kleinen Vibrationen des Pendels demselben die Ueberwindung des an sich schon so geringen Reibungswiderstandes noch erleichtern. Hieraus folgt, dass es besonders in Häusern, die mit guten Kellerräumen versehen sind, leicht sein wird, einen zur Aufstellung dieses Apparates geeigneten Raum zu finden, wenn auch naturgemäss die Isolirtheit immer ihre Vorzüge hat.

Nach einer längeren Reihe von Ablesungen an dem geschilderten Instrument, welche zur Auffindung einer beträchtlichen täglichen Bewegung führten, der zu Folge das Pendel seine grösste südliche Elongation gegen 6^h Abends, die grösste nördliche zwischen 7^h und 8^h früh erreichte, konnte zur Anwendung der photographischen Registrirung nach dem Muster der magnetischen Registrir-Instrumente geschritten werden. Eine Linse von 5 m Brennweite wurde vor dem Spiegel des Pendels angebracht, so dass sowohl die eintretenden als die reflectirten Lichtstrahlen dieselbe passiren mussten. Das Licht stammte von einer kleinen kreisförmigen Oeffnung im dunklen Cylinder einer Gaslampe. Das Bild derselben entstand auf einer mit lichtempfindlichem Papier überzogenen cylinderförmigen Walze mit horizontaler Achse, welche, durch ein Uhrwerk getrieben, in 48 Stunden eine Umdrehung machte; dabei entsprach dem Zeitraum von einer Stunde eine Länge von etwa 11 mm. Ein zweiter fester Spiegel, der neben dem beweglichen am Stativ des Pendels angebracht ist, reflectirt ebenfalls die Lichtstrahlen und erzeugt am Rande der Walze einen zweiten Lichtpunkt; dieser wird durch das Uhrwerk automatisch zu Anfang jeder Stunde auf 5^m abgeblendet. Auf dem Papier entsteht dadurch eine gerade unterbrochene Linie, auf welche die Ordinaten der Curve des beweglichen Lichtpunktes zu beziehen sind. Bei diesen Versuchen repräsentirte 1 mm in der Ordinate der Curve eine Richtungsänderung der Lothlinie von $0''.0308$ im Sinne des I. Verticals, da bei den-

selben das Pendel nach Süden gerichtet war. Erwähnt möge werden, dass schon bei diesen ersten Versuchen sowohl bei der directen Ablesung als bei der photographischen Registrirung Erderschütterungen zur Wahrnehmung gelangten, die sonst unbemerkt blieben.

Im August des Jahres 1887 mussten diese Beobachtungen, deren Resultat ein sehr befriedigendes war, vorläufig abgebrochen werden. Erst im Herbst 1888 konnte ich dieselben mit Unterstützung der königlich preussischen Academie der Wissenschaften wieder aufnehmen, nachdem ich derselben einen Plan zur Ausführung correspondirender Beobachtungen an zwei Orten mittelst zweier neuer Instrumente vorgelegt hatte. Durch das freundliche Entgegenkommen des Directors des kaiserlichen Marine-Observatoriums zu Wilhelmshaven, Herrn Professor Boergen, welcher die Aufstellung und Inganghaltung eines der beiden Instrumente (I) bereitwilligst übernahm, wurde die Durchführung dieses Planes sehr erleichtert. Die ganze Beobachtungsreihe in Wilhelmshaven verdanke ich somit Herrn Professor Boergen und seinem früheren Assistenten Herrn Dr. Eschenhagen, welcher mir auch sonst aus seiner Erfahrung an den magnetischen Registrir-Instrumenten manchen werthvollen Wink zu Theil werden liess.

Zu gleicher Zeit wurde ich durch die Genehmigung des Herrn Geheimen Rath Vogel in Potsdam in den Stand gesetzt, den zweiten Apparat (II) in einem dazu äusserst geeigneten Raume des astrophysikalischen Observatoriums aufzustellen. Die Beobachtungen an diesen beiden Orten musste ich im Herbst 1889 einstellen. Apparat I blieb in Wilhelmshaven, wogegen ich den Apparat II im Winter 1890—91 zur Ausführung einer Beobachtungsreihe in Puerto Orotava auf der Canaren-Insel Teneriffa verwandte. Die correspondirenden Beobachtungen, welche um die gleiche Zeit in Wilhelmshaven fortgesetzt werden sollten, sind unterblieben.

Gegenwärtig befindet sich der Apparat I auf der kaiserlichen Universitäts-Sternwarte zu Strassburg, woselbst Herr Professor Becker es freundlichst übernommen hat, für einige Zeit die Beobachtungen weiterzuführen. Der Apparat II dagegen befindet sich seit dem Anfange dieses Jahres auf der kaiserlichen Marine-Sternwarte in Nikolajew, um daselbst Professor Kortazzi während der von Professor Lewitzky in Charkow geplanten Horizontalpendelbeobachtungen zu correspondirenden Beobachtungen zu dienen.

Da jene mit zwei Instrumenten angestellt werden, welche in zwei zu einander senkrechten Azimuthen aufgestellt sind, so werden, vorausgesetzt, dass keine unvorhergesehene Störung eintritt, demnächst vier ganz gleichartige Instrumente dieser Art in Thätigkeit sein. Mit Rücksicht auf die gleichzeitigen Polhöhenbeobachtungen sind zuerst zwei von denselben so aufgestellt, dass die Richtungsveränderungen der Lothlinie im Meridian zur Aufzeichnung gelangen.

Die vorliegende Abhandlung enthält die Resultate der Beobachtungen in Wilhelmshaven, Potsdam und Puerto Orotava.[1])

An dieser Stelle sei es mir gestattet, denjenigen Herren, welche durch ihre freundliche Unterstützung die Ausführung dieser Arbeit gefördert haben, meinen aufrichtigsten Dank zu erstatten.

[1]) Zur Erklärung einiger Unregelmässigkeiten in den Beobachtungen möchte ich hinzufügen, dass ich, während dieselben in Gang waren, wiederholt durch Krankheit behindert wurde, ihnen die nöthige Aufmerksamkeit zu widmen.

II. Das Instrument.

1.

Der Umstand, dass die vorliegenden Beobachtungen die ersten sind, welche in systematischer Weise mit dem zweifellos einer vielseitigen Verwendung fähigen Horizontalpendel angestellt wurden, wird es rechtfertigen, wenn ich bei der Schilderung des Instruments und seiner Aufstellung etwas länger verweile.

Der neue Horizontalpendelapparat[1]) wurde in zwei ganz gleichen Exemplaren von Repsold in Hamburg hergestellt und unterscheidet sich wie der früher von mir benutzte von dem Zöllner'schen durch die für das Pendel gewählte Aufhängung in Spitzen. Wie die Erfahrung gezeigt hat, gestattet dieselbe eine nahezu vollkommen reibungsfreie Bewegung des Pendels und ist dieselbe frei von den Nachtheilen, welche der Zöllner'schen Aufhängung an gespannten Drähten oder Uhrfedern anhafteten.

Das schwere gusseiserne Stativ besteht aus einem niedrigen, oben offenen cylindrischen Gefäss, welches durch eine gutschliessende Glasglocke bedeckt wird und in seinem Innern die Aufhängevorrichtung mit dem Pendel enthält. Am Aussenrande befinden sich in gleichen Abständen von einander drei Ansätze zur Aufnahme der Fussschrauben, das ganze Stativ ist in einem Stück gegossen. Die Schrauben haben eine Steighöhe von 0.36 mm und sind mit grossen Köpfen versehen, um möglichst geringe Niveauveränderungen herstellen zu können, worauf es bei der Einstellung des Apparates besonders ankommt. Der Abstand je zweier Schrauben beträgt 435 mm. Da dieselben ein gleichseitiges Dreieck bilden, so beträgt die einer Schraubenumdrehung entsprechende nach der betreffenden Schraube hin gerichtete Neigungsänderung des Stativs 197.″1. Dagegen beträgt dieselbe in der Richtung der Verbindungslinie zweier

[1]) S. Taf. 1.

Schrauben 170.″7. Da bei einigermaassen empfindlicher Einstellung des Stativs schon bei einer Neigungsänderung von 1″ beträchtliche Ausschläge des Pendels stattfinden, so erkennt man, dass bei der Anwendung besonders der beiden seitlichen Schrauben mit grosser Vorsicht verfahren werden muss.

Bei der Regulirung der Aufstellung wird es vorkommen, dass die nach unten aus dem Stativ hervorragenden Theile der seitlichen Fussschrauben nicht gleich lang sind. Hierdurch wird eine Aenderung der Neigung des Stativs in der Richtung dieser beiden Schrauben mit der Temperatur bewirkt, auf welche später Rücksicht zu nehmen ist. Setzen wir den Ausdehnungscoefficienten des Stahls 0.00001232 und ist n die Zahl der Schraubengänge, um welche die eine Schraube weiter hervorragt als die andere (vollkommene Symmetrie der Theile vorausgesetzt), und t die Temperaturdifferenz in Celsiusgraden, so ist die Neigungsänderung

$$0.''0059\ nt$$

und zwar senkt sich der Apparat relativ gegen die kürzere Schraube. In der Mitte zwischen zweien der drei Schrauben und der dritten gegenüber ist der Mantel des cylindrischen Gefässes durchbrochen und die Oeffnung ist durch eine Planconvexlinse von 75 mm Durchmesser und ca. 4.6 m Brennweite, deren optische Achse horizontal liegt und nach dem Centrum des Stativs hin gerichtet ist, abgeschlossen. Diese Linse dient zur photographischen Registrirung und wird bei directer Beobachtung durch ein Planglas ersetzt. [1])

Der zur Aufhängung des Pendels bestimmte Träger ist in Beziehung auf den durch die Mitte der Linse und die dritte Fussschraube gehenden Durchmesser des Stativs symmetrisch angeordnet, da im entgegengesetzten Falle schon minimale Temperaturdifferenzen in verschiedenen Höhenschichten einen sehr schädlichen und uncontrolirbaren Einfluss auf die Gleichgewichtslage des Pendels ausüben könnten. Der Träger besteht aus einem festen viereckigen Rahmen, dessen Ebene parallel der Linsenfläche ist, und ist auf dem

[1]) Bei den neuesten Versuchen in Strassburg habe ich nach einem Vorschlage von Dr. Eschenhagen in Potsdam Hohlspiegel statt der Planspiegel benutzt, wodurch die Linse überflüssig wird. Diese von dem Optiker Halle in Steglitz geschliffenen versilberten Spiegel geben sehr scharfe Bilder, doch bereitete es bis jetzt Schwierigkeiten, dieselben mit der gewünschten Brennweite von 4 bis 5 m herzustellen.

Boden des Stativs hinter der Linse aufgeschraubt. Er trägt zwei horizontale, vertical über einander liegende und um ihre Achsen mit starker Reibung drehbare Wellen. In die Mitte der letzteren sind zwei sehr feine Stahlspitzen so eingeschraubt, dass sie zur Richtung der Wellenachsen senkrecht stehen und nur wenig aus denselben hervorragen. Der verticale Abstand der beiden Achsen beträgt 68 mm, bei der Drehung der Wellen beschreiben die Spitzen daher kleine Kreise, deren Mittelpunkte um ebensoviel von einander entfernt sind.

Das Pendel (s. Fig. 1) ist, um magnetische Einflüsse auszuschliessen, ganz aus Messing hergestellt und hat die Form eines gleichschenkligen Dreiecks. a, b, c sind dünne Röhren, d ist ein kleines am Endpunkt der Längsachse befestigtes Gewicht. Bei i und i' befinden sich die Lager für die Spitzen, bestehend aus kleinen Kugelschalen aus Achat von 2.5 mm Radius, deren Mittelpunkte ebenfalls 68 mm von einander entfernt sind; ihre Lage ist am besten aus der Fig. 1[a] zu ersehen, in welcher durch S die Richtung nach dem Schwerpunkt bezeichnet ist. Die Radien der Kugelschalen sind gleich der Länge, um welche die Stahlspitzen aus den Wellenachsen hervorragen, so dass bei jeder Stellung der Spitzen dieselben senkrecht zu den berührenden Lagerflächen stehen. Der Stift e hat in der Richtung $i\,i'$ eine Durchbohrung zur Aufnahme einer Schneide bei verticaler Lage des Pendels. s ist der Ablesespiegel, welcher um den zur Achse $i\,i'$ parallelen Stift g drehbar ist.

Die Justirung ist nun eine sehr einfache. Nachdem man den Spiegel s so an g festgeklemmt hat, dass seine spiegelnde Fläche etwa senkrecht zur Längsachse steht, wird durch Verschiebung des kleinen Gewichts h der Schwerpunkt der ganzen Masse S in die Längsachse gebracht, indem man das Pendel bei f und zwischen h und d unterstützt, und darauf die Lage von S gegen i und i' genähert ermittelt. Darauf werden durch Drehung der Wellen am Träger die Stahlspitzen so gestellt, dass sie gegen die Lager gerichtet sind und jede um den halben Winkel $i\,S\,i'$ geneigt ist. Dies kann mit ausreichender Genauigkeit leicht nach dem Augenmaass oder durch Anlegung eines Dreiecks aus Pappe von der Form $S\,i\,i'$ geschehen. Der Apparat ist dann so justirt, dass, wenn das Pendel eingehängt ist und sich dasselbe, wie es für die Beobachtung wünschenswerth ist, in der Symmetrieebene befindet, der Druck in den Lagern senkrecht gegen dieselben gerichtet und eine Neigung zum Gleiten somit nicht vorhanden ist. Es empfiehlt sich nach dem Einhängen des Pendels

das Stativ durch leises Klopfen zu erschüttern. Bei dem von mir gebrauchten Apparat beträgt das Gewicht des ganzen Pendels 42 g, der Schwerpunkt liegt 100 mm von der Drehungsachse entfernt, deren Länge, wie oben erwähnt, 68 mm beträgt, mithin hat jede der beiden Spitzen einen normalen Druck von 65 g zu tragen.[1])

Wenn das Pendel eingehängt ist, so befindet sich der Spiegel s unmittelbar über einem festen Spiegel s', deren Flächen sich zu einem dem Umfang der Linse eingeschriebenen Quadrat ergänzen. Bei entsprechender Drehung liegen beide spiegelnde Flächen nahezu in einer Ebene. Der Spiegel s' kann von aussen her um eine verticale und horizontale Achse gedreht werden. Um ein Umschlagen des Pendels zu verhindern, befinden sich an beiden Seiten in dem Boden des Stativs Anschläge. Der eine derselben besteht aus einer gegen das Pendel gerichteten Röhre, welche nach aussen geführt ist und daselbst mit einem Gummischlauch und einem Gebläse verbunden werden kann. Diese Vorrichtung hat den Zweck, das Pendel vom Beobachter aus in Schwingungen versetzen zu können. Der zweite Anschlag besteht aus einem verticalen Stabe, welcher etwas länger als das Pendel ist und an seinem oberen Ende eine kleine horizontale Schneide trägt. Auf letztere kann das Pendel zur Bestimmung der Schwingungsdauer mittelst der Durchbohrung bei f aufgesetzt werden. Soweit es sich praktisch erreichen lässt, stimmt dann die Schneide mit der Richtung der wahren Drehungsachse überein und man erhält durch Beobachtung der Schwingungsdauer in dieser Lage die zur Reduction der Beobachtungen in geneigter Lage der Achse erforderliche Constante. Diese Methode ist natürlich nicht ganz genau; für die Zwecke indessen, für die das Pendel bisher verwandt wurde, ist der begangene Fehler von keiner Bedeutung. Uebrigens liesse sich leicht eine Einrichtung treffen, durch welche jene Constante mit aller wünschenswerthen Genauigkeit zu ermitteln wäre.[2])

---

[1]) Da es sowohl zur Verminderung der Reibung als zur Erhaltung der Gestalt der Spitzen wesentlich ist, den Druck auf die letzteren möglichst zu vermindern, so empfiehlt sich für das Pendel die Anwendung des Aluminiums, dessen specifisches Gewicht im Verhältniss $\frac{1}{3.3}$ zu dem des Messings steht.

[2]) Man könnte beispielsweise den ganzen Träger heraus- und auf einer um 45° geneigten Ebene festschrauben. Wird dann das Pendel eingehängt und die Schwingungsdauer T' bestimmt, so ist die Constante für die verticale Lage $\frac{T'}{\sqrt{2}}$. Allerdings ist in diesem

Ist der Apparat, wie angegeben, justirt und das Pendel eingehängt, so können nach dem Aufsetzen der Glasglocke alle späterhin nothwendigen Correctionen von aussen her vorgenommen werden, ohne dass das Pendel gestört wird. Bei dieser Construction wäre es auch ein Leichtes, einen luftdichten Abschluss des Pendelraumes herzustellen oder denselben für die Untersuchung der Bewegung des Pendels in Medien von verschiedener Dichtigkeit einzurichten.

2.

Für die Beobachtungen, zu denen das Horizontalpendel zunächst verwendet werden sollte, ist eine specielle Theorie des Instruments nicht erforderlich. Es genügt vielmehr die Kenntniss der Schwingungsdauer für sehr kleine Ausschläge, welche in Verbindung mit der vorher ermittelten Schwingungsdauer bei horizontaler Lage der Achse die Neigung der letzteren gegen die Lothlinie ergiebt. Ich habe indessen zur Prüfung der Instrumente und ihrer Empfindlichkeit vor Beginn der photographischen Registrirung einige Beobachtungen angestellt, welche zugleich geeignet sind, einen Beitrag zur Theorie des Horizontalpendels zu liefern. Dieselben theile ich aus diesem Grunde hier mit, obwohl sie weit davon entfernt sind, auf Vollständigkeit Anspruch machen zu können. Um diese zu erreichen, fehlte es an gewissen instrumentalen Hilfsmitteln und an der erforderlichen Zeit.

Es wurden in Potsdam in dem später zu beschreibenden Kellerlokal die beiden Instrumente untersucht, nachdem zuvor die Linse durch eine planparallele Glasplatte ersetzt worden war. In einem Abstande von ca. $4^1/_2$ m befand sich die Scala dicht über einem Fernrohr, welches auf einem kleinen Pfeiler stand und bequem Zehntel eines Millimeters zu schätzen erlaubte.

Von einigen gelegentlichen Beobachtungen abgesehen, die später besprochen werden sollen, bezogen sich die erwähnten Untersuchungen auf die Ermittelung der Schwingungsdauer und der Aenderung der Amplitude. Die

---

Falle der Druck des Pendels nicht gleichmässig auf die Spitzen vertheilt, doch genügt der vorhandene Druck an der unteren Spitze, um die Drehungsachse zu fixiren. — Wenn die Fussschraube des Stativs die Messung von Winkeln gestattet, so findet man aus zwei Beobachtungen von T, T_1 und T_2 und der gemessenen Neigungsänderung der Achse $i_2 - i_1$

$$\operatorname{tg}\frac{1}{2}(i_2 + i_1) = \operatorname{tg}\frac{1}{2}(i_2 - i_1)\frac{T_1^2 + T_2^2}{T_1^2 - T_2^2} \text{ und } T_0 = T_1\sqrt{\sin i_1} = T_2\sqrt{\sin i_2}\,.$$

Schwingungsdauer T lässt sich bei einigermaassen constantem Nullpunkte am sichersten bestimmen, indem zwei durch eine Anzahl von 2 m Schwingungen von einander getrennte Durchgänge des dem Nullpunkte zunächst liegenden Theilstrichs beobachtet werden. Das Zeitintervall durch 2 m dividirt, ergiebt dann den mittleren Werth von T, denn es zeigte sich bald, dass auch innerhalb kleiner Amplituden, für welche beim mathematischen Pendel der Satz von der Constanz der Schwingungsdauer gilt, eine merkliche Abnahme der letzteren mit der Amplitude eintritt. Um dieselbe näher zu untersuchen, wäre eine Beobachtung der einzelnen Schwingungen erforderlich gewesen. Letztere war indessen bei Anwendung der Auge- und Ohrmethode bei kleiner Schwingungsdauer zu wenig sicher, bei grösseren Werthen von T störten die sich dann geltend machenden, durch kleine Erdvibrationen[1]) hervorgerufenen Nullpunktsschwankungen. Vortheilhaft wäre deshalb hier die Anwendung eines Chronographen gewesen, der aber nicht zur Verfügung stand. Die Beobachtungen haben daher nur constatiren können, dass mit der Abnahme der Amplitude auch die Schwingungsdauer kleiner wird. Beispielsweise wurde beobachtet:

bei einer halben mittleren Amplitude von 82 mm (33′) $T = 7.87^s$
„ „ „ „ „ „ 35 „ (14′) $T = 7.80$
„ „ „ „ „ „ 16 „ (6′) $T = 7.75$
bei ganz kleiner Amplitude . . . . . $T = 7.73$.

Ferner in einem anderen Falle

Amplitude 122 mm (49′) $T = 13.05^s$
„ 62 „ (25′) $T = 12.80$
„ 18 „ (7′) $T = 12.50$.

Jede dieser Zahlen ist das Mittel aus 10 Schwingungen.[2]) Wegen der Unsicherheit der Durchgangsbeobachtungen habe ich es vorgezogen, die Zeiten der Elongationen zu beobachten; diese Momente lassen sich selbst bei grossen Werthen von T mit einer Genauigkeit von 0.5^s bequem auffassen, so dass man

[1]) Diese Vibrationen entsprechen den „earth tremors“ von Milne und haben mit den gewöhnlichen Erschütterungen des Verkehrs nichts gemein. Vermuthlich rühren sie von der Reibung des Windes her und haben daher horizontale Richtung.

[2]) Herr Professor Boergen hat später in Wilhelmshaven die Schwingungen mit dem Chronographen beobachtet und dabei obiges Resultat bestätigt gefunden. Auch bei den Strassburger Beobachtungen ist die rasche Zunahme von T mit wachsender Amplitude festgestellt worden.

schon durch 10 Schwingungen einen für die Ermittelung der Constante ausreichenden Werth von T erhält.

Die Ursache der Veränderlichkeit von T ist der theoretischen Betrachtung zu Folge in erster Linie nicht in der Abstumpfung der Spitzen, sondern vermuthlich in den durch die Elasticität bedingten Deformationen der letzteren und der Lager zu suchen. Beide Einflüsse sind von Bessel theoretisch untersucht und ihre praktische Bedeutung ist erst neuerdings von Wilsing bei seinen zur Bestimmung der Erddichte unternommenen Pendelbeobachtungen wieder nachgewiesen worden. Bei diesen Versuchen wurden relativ grosse Massen auf einer dicht über dem Schwerpunkte befindlichen Schneide in Schwingungen versetzt, wobei die Grösse des erwähnten Einflusses von dem Material der Schneide und des Lagers abgesehen von der Ordnung des Abstandes zwischen Schwerpunkt und Schneide war. Das Horizontalpendel, dessen Empfindlichkeit sich auf das feinste reguliren lässt, bietet ein anderes Beispiel, in welchem trotz der kleinen Dimensionen und Massen die Gestalt und Beschaffenheit der Lager und Spitzen einen merklichen Einfluss auf die Bewegung ausüben.

3.

Es wird nicht überflüssig sein, den Einfluss der Abstumpfung der Spitzen auf die Schwingungsdauer des Horizontalpendels hier zu untersuchen. Bei den bisher angewandten Formen des Pendels erleidet in Folge der mechanischen Unvollkommenheit der Schneide die Drehungsachse [1]) eine Verschiebung derart, dass sie sich stets parallel bleibt. Hier haben wir es dagegen mit einer Bewegung der Drehungsachse auf einer kegelförmigen Fläche zu thun, deren Gestalt durch diejenige der Spitzen bestimmt ist. Ohne die Allgemeinheit der Untersuchung zu beeinträchtigen, darf angenommen werden, dass beide Spitzen dieselbe Gestalt haben, dann wird ein gewisser Punkt der idealen Drehungsachse, welcher mitten zwischen den beiden Spitzen liegt, eine unveränderte

[1]) Ich gebrauche hier der Kürze wegen das Wort „Drehungsachse", obwohl dasselbe nicht genau ist und eigentlich die Verbindungslinie der Berührungspunkte von Spitzen und Lagern gemeint ist. Die Lage der wahren Drehungsachse in einer bestimmten Phase ist durch die Schnittlinie der Ebenen bestimmt, welche durch den Schwerpunkt des Pendels gehen und die erwähnte Verbindungslinie zu Anfang und Ende eines unendlich kleinen Zeitintervalls enthalten.

Lage behalten. Setzen wir die Bedingungen eines einfachen Pendels voraus, so lässt sich die Bewegung des Horizontalpendels wie folgt auffassen. Wir betrachten die Bewegung eines materiellen Punktes, welcher gezwungen ist, sich auf einem Kreise vom Radius s zu bewegen, dessen Mittelpunkt fest ist, dessen Ebene dagegen während der Bewegung eine Veränderung ihrer Lage erfährt.

Wir denken uns (Fig. 2) die Projection von dem festen Mittelpunkte der Kreisfläche auf eine mit demselben concentrische Kugelfläche. Es sei Z das Zenith, die Punkte A und B mögen der verlängerten Drehungsachse in der Ruhelage und der Amplitude ϑ entsprechen, S_0 und S aber die entsprechenden Lagen des materiellen Punktes angeben. Dann ist $AS_0 = 90°$ und $BS = 90°$, $SCS_0 = \vartheta$. Setzen wir ferner $ZA = i$, $ZB = i'$, $AC = a'$, $BC = b'$, ferner $ZS = 90° + \delta$ und $SZS_0 = \Theta$, so ergiebt das Dreieck ZCS

$$\begin{aligned}
\cos\delta\,\cos\Theta &= \sin b'\,\sin(i+a') + \cos b'\,\cos(i+a')\,\cos\vartheta\\
\cos\delta\,\sin\Theta &= \cos b'\,\sin\vartheta\\
-\sin\delta &= \sin b'\,\cos(i+a') - \cos b'\,\sin(i+a')\,\cos\vartheta.
\end{aligned}$$

Wenn wir nun unter xyz die rechtwinkeligen Coordinaten des materiellen Punktes in Beziehung auf ein Coordinatensystem verstehen, dessen xy-Ebene horizontal, dessen z-Achse nach unten gerichtet und dessen xz-Ebene die Gleichgewichtsebene des Punktes ist, so ist, indem wir zugleich annehmen, dass i, i', a, a' kleine Grössen sind, deren Quadrate wir vernachlässigen,

$$\begin{aligned}
x &= s\cos\vartheta\\
y &= s\sin\vartheta\\
z &= sb' - s(i+a')\,\cos\vartheta.
\end{aligned}$$

Es lauten die Bedingungsgleichungen

$$\begin{aligned}
\varphi_1 &= x^2 + y^2 - s^2 = 0\\
\varphi_2 &= x(i+a') + z - sb' = 0.
\end{aligned}$$

Sind daher λ_1 λ_2 unbestimmte Grössen, so heissen die Bewegungsgleichungen

$$\begin{aligned}
\frac{d^2x}{dt^2} &= \lambda_1\frac{\partial\varphi_1}{\partial x} + \lambda_2\frac{\partial\varphi_2}{\partial x}\\
\frac{d^2y}{dt^2} &= \lambda_1\frac{\partial\varphi_1}{\partial y} + \lambda_2\frac{\partial\varphi_2}{\partial y}\\
\frac{d^2z}{dt^2} &= \lambda_1\frac{\partial\varphi_1}{\partial z} + \lambda_2\frac{\partial\varphi_2}{\partial z} + g.
\end{aligned}$$

wo g die Schwere bezeichnet. Hieraus folgt

$$\frac{d^2\vartheta}{dt^2} + \frac{\lambda_2}{s}\left\{\cos\vartheta\frac{da'}{d\vartheta} - \frac{db'}{d\vartheta}\right\} + \frac{g}{s}(i+a')\sin\vartheta - \frac{g}{s}\left(\cos\vartheta\frac{da'}{d\vartheta} - \frac{db'}{d\vartheta}\right) = 0$$

$$\frac{d^2\vartheta}{dt^2} + \frac{\lambda_2}{s}\left\{(i+a')\sin\vartheta\right\} = 0$$

und schliesslich durch Elimination von λ_2

$$\frac{d^2\vartheta}{dt^2}\left\{(i+a')\sin\vartheta - \cos\vartheta\frac{da'}{d\vartheta} + \frac{db'}{d\vartheta}\right\} + \frac{g}{s}(i+a')^2\sin^2\vartheta$$
$$- \frac{g}{s}(i+a')\sin\vartheta\left\{\cos\vartheta\frac{da'}{d\vartheta} - \frac{db'}{d\vartheta}\right\} = 0.$$

Indem wir uns nun auf die Betrachtung sehr kleiner Schwingungen zu beiden Seiten der symmetrischen Ruhelage des Pendels beschränken, ist es erlaubt, $\sin\vartheta$ und $\cos\vartheta$ durch ihre Reihen zu ersetzen. Um a' und b' zu bestimmen denken wir uns das Pendel in der Ruhelage und legen durch den Berührungspunkt der gedachten Achse mit der Spitze einen horizontalen Schnitt. In Anbetracht der Kleinheit der Drehung darf die durch denselben auf der Oberfläche der abgestumpften Spitze entstehende Schnittcurve als der Ort aller Berührungspunkte angesehen werden. Wir nehmen nun an (s. Fig. 2[a]), diese Curve sei ein Kegelschnitt, dessen Scheitel A heisse, und B sei der einer Elongation ϑ entsprechende Punkt derselben. Nennen wir in Beziehung auf A und die Achse des Schnitts die Coordinaten von B ξ, η, so ist, wenn diese Grössen als Winkelwerthe, d. h. dividirt durch den halben Abstand der beiden Spitzen gedacht werden,

$$a' = \xi - \eta\cot\vartheta$$

$$b' = -\frac{\eta}{\sin\vartheta}.$$

Es sei F der Brennpunkt, $AFB = v$, $FA = q$ und die Excentricität e, so ist

$$\xi = \frac{2q}{1+e}\sin^2\frac{v}{2}, \qquad \eta = 2q\sin\frac{v}{2},$$

ferner, wenn v sehr klein ist,

$$v = -(1+e)\vartheta$$

und somit, wenn $p = q(1+e)$ gesetzt wird,

$$\xi = \frac{p}{2}\vartheta^2$$

$$\eta = -p\vartheta + \frac{p\vartheta^3}{6}(1+e)(1-2e).$$

Diese Ausdrücke geben

$$a' = b' = p + \frac{p\vartheta^2}{6} e(1+2e).$$

Durch Substitution dieser Ausdrücke wird obige Differentialgleichung eine Gleichung nach ϑ, nämlich wenn

$$\omega = \frac{pe(1+2e)}{6(i+p)}$$

$$\frac{d^2\vartheta}{dt^2} + g\frac{(i+p)}{s}, \quad \vartheta\left\{1+\omega\vartheta^2 - \frac{1}{6}\vartheta^2\right\} = 0.$$

Die Integration ergiebt die Schwingungsdauer

$$T = T^0\left\{1+\frac{\vartheta^2}{16}\left(1-\frac{pe(1+2e)}{i+p}\right)\right\},$$

wo

$$T^0 = \pi\sqrt{\frac{s}{g(i+p)}}.$$

Diese Formel gilt, wie gesagt, nur für sehr kleine Ablenkungen aus der Symmetrieebene. Für diese weicht die wahre Drehungsachse, welche, wie man sieht, durch die Mittelpunkte der der Amplitude ϑ entsprechenden Krümmungskreise der beiden Schnitte führt, immer nur unmerklich von der genannten Ebene ab. Sind die Schnitte kreisförmig, so bleibt ihre Lage ganz unverändert.

$i + p$ ist diejenige Grösse, welche durch die Beobachtung bestimmt wird. Die Erfahrung hat gezeigt, dass, wenn dieselbe sich der Grösse p nähert, d. h. $i = 0$ wird, dann das Pendel sich nicht mehr im stabilen Gleichgewicht befindet, sondern leicht umschlägt. Somit ist der Empfindlichkeit der Einstellung des Pendels eine Grenze gezogen, die von der Feinheit der Spitzen abhängt. Hat z. B. in unserem Falle p den linearen Werth 0.01 mm, welcher bei einem Abstande der Spitzen von 68 mm einen Bogenwerth von nahezu 1′ repräsentirt, so würde schon bei 24^s Schwingungsdauer der Zustand des labilen Gleichgewichts erreicht werden. In der Praxis tritt übrigens aus Gründen, die sich der Beobachtung entziehen, der kritische Moment schon eher ein. Eine weitere Schlussfolgerung ist die, dass bei eintretender Abnutzung oder elastischer Deformation der Spitzen, welche die Folge längeren Gebrauchs sein kann, die Schwingungsdauer kleiner wird und p einen Betrag erreichen kann, der störend für die Regulirung des Apparates

ist. In Strassburg konnte beispielsweise trotz grösster Vorsicht die gewünschte Empfindlichkeit nicht erzielt werden. Es wurden darauf die Spitzen unter dem Mikroskop untersucht und dabei zeigte sich, dass der Krümmungsradius derselben etwa 0.024 mm betrug. Nach Einsetzung neuer feinerer Spitzen konnte die Schwingungsdauer sofort erheblich erhöht werden.

Obige theoretische Ergebnisse werden zum Theil durch die Beobachtungen bestätigt. Schon bei den in Karlsruhe ausgeführten Versuchen zeigte es sich, dass bei Ueberschreitung einer gewissen Schwingungsdauer (diese Grenze lag bei dem alten Pendel bei etwa 30^s), das Pendel plötzlich umschlug, während die Feinheit der Fussschrauben eine viel grössere Empfindlichkeit hätte erreichen lassen müssen. Das Gleiche wurde an den beiden neuen Apparaten bemerkt, und es erhöht dieser Umstand die Schwierigkeit einer sehr empfindlichen Einstellung.

Ueberhaupt würde dieses Verhalten des Pendels, falls zu irgend einem anderen Zwecke die volle Empfindlichkeit desselben ausgenutzt werden sollte, eine weitere Prüfung erheischen, die sich leicht ausführen liesse, wenn die Neigungsveränderungen einerseits durch die Aenderung der Schwingungsdauer, andererseits durch die mit einer getheilten Trommel versehene Fussschraube gemessen würden.

Was die oben erwähnte mögliche Abnahme der Schwingungsdauer bei längeren Beobachtungen anbetrifft, welche gleichbedeutend ist mit einer Veränderung der Reductionsconstanten und in der That bei sehr hoher Empfindlichkeit des Pendels in einzelnen Fällen beobachtet wurde, so bedarf es nur einer häufigeren Bestimmung dieses Elements, um derselben Rechnung zu tragen. Wo es sich um genaue Uebertragung der Ausschläge des Pendels in Winkelmaass handelt, wird ohnehin bei jeder Beobachtung eine genaue Bestimmung desselben ausgeführt werden müssen. Bei der vorliegenden Beobachtungsreihe aber kam es zunächst weniger auf den absoluten Betrag der zu untersuchenden Bewegungen, als auf deren allgemeinen Charakter an, die wegen mangelnder Erfahrung Anfangs unterlassene häufigere Bestimmung der Constanten ist daher hier ohne Bedeutung. Aus demselben Grunde habe ich mich bei der Ermittelung der Schwingungsdauer bei horizontaler Achsenlage T_0 mit einer Annäherung begnügt. Ist T die einer Neigung i der

wahren Drehungsachse gegen die Lothlinie entsprechende Schwingungsdauer, so erhält man

$$\sin i = \frac{T_0^2}{T^2}$$

und hieraus

$$di = 2 \sin i \left\{\frac{dT_0}{T_0} - \frac{dT}{T}\right\},$$

wonach man den Einfluss eines Fehlers in T_0 oder T beurtheilen kann. Sin i ist der Factor, mit dem die Winkelausschläge des Pendels zu multipliciren sind, um die denselben entsprechenden Richtungsänderungen der Drehungsachse in einer zur jedesmaligen Gleichgewichtsebene normalen Verticalebene zu erhalten.

Kehren wir nun zu der oben für T abgeleiteten Formel zurück, so genügt ein Blick auf dieselbe, um zu zeigen, dass die wahrgenommene Abhängigkeit der Schwingungsdauer von der Amplitude ihren Grund nicht in der unvollkommenen Gestalt der Spitzen haben kann. Lassen wir nämlich e alle Werthe von $+\infty$ bis 0 durchlaufen, so erhalten wir für die Schnittcurven als Grenzfälle einerseits eine zur Achse derselben senkrechte Gerade, andererseits einen Kreis mit dem Radius p. Es ist nun leicht ersichtlich, dass keine plausible Annahme für e genügt, um eine der Beobachtung entsprechende Veränderung von T zu erklären. Das entsprechende Correctionsglied nämlich, welches der Beobachtung zu Folge positiv sein müsste, ist negativ. Eine einfache geometrische Betrachtung über die Bewegung der Drehungsachse ergiebt ausserdem, dass die Schwingungsdauer wegen der Abstumpfung der Spitzen abnehmen muss.

Unter diesen Umständen ist anzunehmen, dass durch die Berührung der Achatlager mit den Stahlspitzen Elasticitätswirkungen hervorgerufen werden, die zwar theoretisch schwer zu untersuchen sind, aber wohl jene Erscheinung zur Folge haben können. Eine besondere Untersuchung derselben dürfte um so mehr Interesse bieten, als es leicht ist, bei dem Horizontalpendel die Bedingungen für die Beobachtung in der mannigfaltigsten Weise zu variiren.

Für die Beobachtungen, die den Gegenstand dieser Abhandlung bilden, sind die besprochenen Einflüsse ohne Belang, da einerseits nur geringe Empfindlichkeitsgrade angewendet wurden und andererseits es bei denselben nur auf die Aenderungen der Gleichgewichtslage und nicht auf die Einzelschwingungen ankommt. Die Empfindlichkeit der Instrumente weiter zu ver-

mehren, als es geschehen ist, verbot sich theils durch die Unruhe des Bodens, theils durch die Rücksicht auf die Dimensionen der vorhandenen Registrirapparate. Bei der Grösse der Schwankungen der Gleichgewichtslage wären dann nämlich, um den die photographische Curve verzeichnenden Lichtpunkt auf der Walze zu halten, häufige Aenderungen unvermeidlich gewesen, welche ich zur Erzielung möglichst ununterbrochener Reihen so viel als möglich zu umgehen wünschte.

Aus den gemachten Wahrnehmungen lassen sich einige Winke für die vortheilhafteste Construction des Pendels ableiten. Für dieselbe wollen wir die Bedingung festhalten, dass die Spitzen zu den Lagern senkrecht stehen und der Druck an diesen Stellen normal gerichtet sein soll, dass ferner sowohl der Druck, als die Reibung, wie endlich die Grösse p so klein als möglich ausfallen sollen. Um letztere möglichst herabzudrücken, wird man sich einerseits sehr feiner Spitzen bedienen, andererseits den Abstand zwischen denselben nicht zu klein wählen dürfen. Die Spitzen wiederum wird man um so feiner nehmen können, je geringer die Belastung derselben ist. Von den verschiedenen Umständen hängt schliesslich der Reibungswiderstand ab. Wegen der schiefen Stellung der Spitzen findet bei der Bewegung des Pendels eine gegenseitige Drehung derselben und der Achatschalen statt. Ist 2α der Winkel bei s in dem Dreieck $S\ i\ i'$ (s. Fig. 1), so ist für kleine Ausschläge ϑ der Betrag dieser Drehung $\vartheta \sin \alpha$. Bei gleichbleibendem Krümmungsradius der Spitzen wird man die aus der gleitenden Bewegung hervorgehende Reibung dieser Drehung und dem Druck proportional setzen können. Letzterer ist, wenn G das Gewicht des Pendels, $\frac{G}{2 \sin \alpha}$, mithin ist die Reibung für kleine ϑ dem Gewicht des Pendels proportional und ändert sich nicht, wenn α sich ändert. Hiernach wird man, ohne die Länge des Pendels viel zu ändern, den Abstand der Spitzen gegenüber dem Abstande des Schwerpunktes bedeutend grösser wählen können, als bei unserem Instrument, wo das Verhältniss $^7/_{10}$ beträgt. Diese Aenderung entspricht auch der für p festgesetzten Bedingung. Ich glaube daher, dass man mit Vortheil dem Pendel einen Oeffnungswinkel — um mich kurz auszudrücken — von 60^0 bis 90^0 geben könnte, ohne die Empfindlichkeit zu beeinträchtigen, wenn man dasselbe aus Aluminium so leicht, als irgend möglich, herstellte und den Abstand der Spitzen selbst bis auf 200 mm vergrösserte.

4.

Ich komme nun zu den Beobachtungen über die Abnahme der Amplituden, die in grösserer Zahl angestellt wurden, um die Gesetzmässigkeit der Pendelbewegung zu prüfen. Auch hier waren besonders bei grossen Werthen von T die fast immer merklichen kleinen Bewegungen des Bodens störend. Es zeigte sich nun, dass das bekannte logarithmische Gesetz für die Abnahme der Amplituden in Folge des Luftwiderstandes den Beobachtungen nicht genügt. Dagegen wurde eine gute Darstellung erreicht, wenn die Differenzen der Logarithmen je zweier aufeinander folgender Amplituden als lineare Functionen der Zeit ausgedrückt wurden, wodurch man auf folgenden Ausdruck für die Amplitude geführt wird:

$$A_n = A_0\, e^{\alpha n + \beta n^2}$$

wo A_0 die Anfangsamplitude, α, β Constanten und n die Zahl der verflossenen Schwingungen bezeichnet. Es seien nun $E_0 \ldots E_n$ 5 auf einander folgende Elongationen, ferner sei N_0 der Nullpunkt zu Anfang der Beobachtungen und ε die Veränderung während der Dauer einer Schwingung, die für das in Frage kommende Zeitintervall als der Zeit proportional angenommen wird, dann haben wir

$$\begin{aligned}
E_0 &= N_0 + A_0 \\
E_1 &= N_0 + \varepsilon - A_0 e^{\alpha+\beta} \\
E_2 &= N_0 + 2\varepsilon + A_0 e^{2\alpha+4\beta} \\
E_3 &= N_0 + 3\varepsilon - A_0 e^{3\alpha+9\beta} \\
E_4 &= N_0 + 4\varepsilon + A_0 e^{4\alpha+16\beta}.
\end{aligned}$$

Bildet man hier aus je zwei aufeinander folgenden Werthen die arithmetischen Mittel, von diesen wieder die Mittel u. s. f., so ergiebt z. B. die zweite Reihe

$$\frac{E_0 + 2E_1 + E_2}{4} = N_0 + \varepsilon + \frac{A_0}{4}(2\beta + \alpha^2 + \ldots$$

und die vierte

$$\frac{E_0 + 4E_1 + 6E_2 + 4E_3 + E_4}{16} = N_0 + 2\varepsilon + \frac{A_0}{16}(12\beta^2 + \ldots .$$

Da hier β stets ein sehr kleiner Bruch ist, so erhält man bei nicht zu grossen Amplituden schon durch die zweite Reihe der arithmetischen Mittel ziemlich genaue Werthe des Nullpunktes. Die erwähnten kleinen periodischen Schwankungen desselben werden hierbei mehr den Charakter von Beobachtungs-

fehlern tragen. Auf die hier angegebene Weise ist für jede Elongation der zugehörige Nullpunkt bestimmt worden. Der Abstand des Spiegels von der Scala betrug 4220 mm, der Spiegel lag 19 mm vor der Drehungsachse und der Symmetriepunkt der Scala war bei 670 mm. Aus den directen Ablesungen a^1 wurde die verbesserte Ablesung a auf Grund obiger Daten durch die Formel

$$a = a^1 - \frac{a^1 - 670}{222} - \frac{(a^1 - 670)^3}{53\,425\,000}$$

gefunden. Die auf Seite 32 folgende Tabelle enthält eine Anzahl von Beobachtungsreihen, welche den Beweis liefern, dass, obgleich obiges Gesetz die Amplituden sehr nahe darstellt, dennoch eine geringe systematische Abweichung bestehen bleibt, welche zeigt, dass die Amplituden noch etwas rascher abnehmen. Aus den beobachteten Amplituden wurden mittelst der Methode der kleinsten Quadrate nach den Gleichungen

$$\log A_{n-1} - \log A_n = a - (n-1)\, b$$
$$\text{etc.}$$

die Constanten a, b bestimmt, welche zur Berechnung der Amplituden nach der Formel dienten.

Setzt man $$A = A_0 e^{-\alpha(A)\, t}$$

und

$$\alpha(A) = \alpha_0 + \alpha_1 A + \alpha_2 A^2$$

sind ferner t', t'' die Zeiten zweier aufeinanderfolgender Elongationen, so dass $t'' - t' = T$, so findet man bei Vernachlässigung der dritten Potenzen von α_0 α_1 α_2

$$\frac{\log A' - \log A''}{\text{Mod.}} = \left\{\alpha_0 + \alpha_1 A_0 + \alpha_2 A_0^2\right\} T - \left\{\begin{array}{r} 2\alpha_0\alpha_1 A_0 + 4\alpha_0\alpha_2 A_0^2 + \alpha_1^2 A_0^2 \\ + 5\alpha_1\alpha_2 A_0^3 + 4\alpha_2^2 A_0^4 \end{array}\right\} T.t,$$

wo $t = \frac{1}{2}(t' + t'')$.

Setzen wir

$$\frac{a}{\text{Mod.}} = T(\alpha_0 + \alpha_1 A_0 + \alpha_2 A_0^2) - \frac{T^2}{2}(2\alpha_0.\alpha_1 A_0 + \ldots)$$

$$\frac{b}{\text{Mod.}} = T(2\alpha_0\alpha_1 A_0 + 4\alpha_0\alpha_2 A_0^2 + \ldots),$$

so ist $$\log A' - \log A'' = a - bt',$$

welches die gleiche Form ist, wie die früher gefundene.

Hier sind a und b constant, so lange T constant ist, da aber T mit der Amplitude abnimmt, so wird das auch bei a und b der Fall sein, d. h.

Tabelle der Amplituden-Beobachtungen.

Beob.	Ber.	B.-R.	Beob.	Ber.	B.-R.	Beob.	Ber.	B.-R.	Beob.	Ber.	B.-R.
1889 Jan. 3. T = 5.86			**1889 Jan. 3. T = 5.86**			82.5	82.9	−0.4	224.4	224.4	0.0
27.0	27.0	0.0	97.1	96.8	+0.3	76.2	76.3	−0.1	212.2	213.4	−1.2
26.3	26.3	0.0	90.4	89.8	+0.6	68.4	70.2	−1.8	201.5	203.1	−1.6
25.8	25.7	+0.1	83.9	83.7	+0.2	61.9	64.6	−2.7	191.4	193.5	−2.1
25.1	25.1	0.0	77.9	77.9	0.0	57.0	59.6	−2.6	182.6	184.6	−2.0
24.7	24.5	+0.2	72.3	72.7	−0.4	53.7	55.0	−1.3	174.5	176.3	−1.8
24.0	23.9	+0.1	67.8	68.0	−0.2	49.4	50.8	−1.4	166.7	168.5	−1.8
23.2	23.4	−0.2	63.0	63.7	−0.7	45.3	47.0	−1.7	160.6	161.2	−0.6
23.0	22.9	+0.1	59.0	59.8	−0.8	42.3	43.5	−1.2	153.8	154.5	−0.7
22.3	22.4	−0.1	55.2	56.2	−1.0	40.0	40.3	−0.3	147.7	148.1	−0.4
22.0	22.0	0.0	51.9	52.9	−1.0	36.5	37.3	−0.8	141.9	142.1	−0.2
21.7	21.5	+0.2	49.0	49.9	−0.9	34.0	34.6	−0.6	136.8	136.6	+0.2
21.1	21.1	0.0	46.1	47.2	−1.1	32.8	32.2	+0.6	131.9	131.4	+0.5
20.8	20.7	+0.1	43.7	44.7	−1.0	30.1	29.9	+0.2	126.8	126.5	+0.3
20.3	20.3	0.0	41.6	42.5	−0.9	27.7	27.8	−0.1	123.0	121.9	+1.1
19.9	19.9	0.0	39.4	40.4	−1.0	26.3	25.9	+0.4	118.9	117.6	+1.3
19.8	19.5	+0.3	37.9	38.5	−0.6	23.8	24.2	−0.4	115.0	113.6	+1.4
19.1	19.2	−0.1	36.2	36.7	−0.5	21.9	22.6	−0.7	110.9	109.8	+1.1
19.1	18.9	+0.2	34.9	35.1	−0.2	21.8	21.1	+0.7	107.0	106.3	+0.7
18.6	18.6	0.0	33.6	33.7	−0.1	20.2	19.7	+0.5	103.0	103.0	0.0
18.3	18.3	0.0	32.2	32.3	−0.1	16.1	18.4	−2.3	100.1	99.9	+0.2
18.0	18.0	0.0	31.0	31.1	−0.1	14.1	17.3	−3.2	97.0	97.0	0.0
17.8	17.7	+0.1	30.3	30.0	+0.3	13.7	16.2	−2.5	94.1	94.2	−0.1
17.2	17.4	−0.2	29.3	28.9	+0.4	12.5	15.2	−2.7	**1889 Jan. 14. T = 12.50**		
17.1	17.2	−0.1	28.8	28.0	+0.8	11.8	14.3	−2.5	195.7	192.3	+3.4
16.9	16.9	0.0	27.9	27.1	+0.8	11.5	13.4	−1.9	180.6	181.6	−1.0
16.4	16.7	−0.3	27.1	26.3	+0.8	11.2	12.8	−1.6	165.6	169.7	−4.1
16.5	16.4	+0.1	26.4	25.6	+0.8	10.2	11.9	−1.7	157.5	159.6	−2.1
45.6	45.6	0.0	26.0	25.0	+1.0	10.1	11.2	−1.1	149.6	150.1	−0.5
43.2	43.1	+0.1	25.3	24.4	+0.9	9.6	10.6	−1.0	139.1	141.3	−2.2
40.8	40.8	0.0	24.8	23.9	+0.9	9.5	10.0	−0.5	130.5	133.1	−2.6
38.6	38.7	−0.1	24.2	23.4	+0.8	9.4	9.4	0.0	124.2	125.5	−1.3
36.8	36.9	−0.1	23.9	23.0	+0.9	9.1	8.9	+0.2	118.7	118.4	+0.3
35.2	35.2	0.0	23.2	22.6	+0.6	8.9	8.5	+0.4	110.1	111.7	−1.6
33.6	33.7	−0.1	22.9	22.3	+0.6	8.7	8.0	+0.7	105.1	105.5	−0.4
32.3	32.3	0.0	22.6	22.0	+0.6	7.3	7.6	−0.3	101.0	99.7	+1.3
30.9	31.0	−0.1	21.8	21.8	0.0	6.3	7.2	−0.9	94.7	94.2	+0.5
30.1	29.9	+0.2	**1889 Jan. 11. T = 10.00**			7.1	6.9	+0.2	90.3	89.2	+1.1
28.8	28.9	−0.1	117.1	117.1	0.0	7.1	6.5	+0.6	87.4	84.4	+3.0
28.1	28.0	+0.1	106.2	107.3	−0.9	6.6	6.2	+0.4	82.2	80.0	+2.2
27.0	27.1	−0.1	96.6	98.4	−1.8	**1889 Jan. 12. T = 7.63**			75.8	75.8	0.0
26.4	26.4	0.0	88.3	90.3	−2.0	235.9	236.2	−0.3	71.8	71.9	−0.1

Beob.	Ber.	B.-R.	Beob.	Ber.	B.-R.	Beob.	Ber.	B.-R.	Beob.	Ber.	B.-R.
1889 Jan. 14. T = 4.30			207.6	207.2	+0.4	170.9	170.6	+0.3	212.8	212.6	+0.2
282.4	282.3	+0.1	205.2	204.9	+0.3	166.3	166.3	0.0	209.9	209.6	+0.3
278.3	278.3	0.0	202.6	202.6	0.0	162.1	162.1	0.0	206.9	206.5	+0.4
274.1	274.4	−0.3	200.4	200.4	0.0	158.2	158.1	+0.1	203.9	203.6	+0.3
269.9	270.5	−0.6	198.3	198.2	+0.1	154.1	154.3	−0.2	201.0	200.7	+0.3
266.7	266.7	0.0	195.9	196.1	−0.2	150.7	150.6	+0.1	197.9	197.9	0.0
263.0	263.1	−0.1	194.0	194.0	0.0	147.6	147.0	+0.6	195.2	195.2	0.0
258.9	259.5	−0.6	192.0	192.0	0.0	143.9	143.6	+0.3	192.5	192.4	+0.1
255.3	256.0	−0.7	190.0	190.0	0.0	140.8	140.3	+0.5	189.7	189.8	−0.1
252.6	252.6	0.0				137.9	137.1	+0.8	187.4	187.2	+0.2
249.2	249.2	0.0	**1889 Jan. 14. T = 7.74**			134.9	134.1	+0.8	184.5	184.7	−0.2
246.1	246.0	+0.1	253.5	253.2	+0.3	131.9	131.2	+0.7	181.7	182.2	−0.5
242.9	242.8	+0.1	245.6	245.6	0.0	128.8	128.3	+0.5	179.3	179.7	−0.4
239.2	239.7	−0.5	237.7	238.3	−0.6	126.1	125.6	+0.5	177.0	177.3	−0.3
236.1	236.6	−0.5	229.9	231.3	−1.4	123.7	123.0	+0.7	175.2	175.0	+0.2
233.1	233.6	−0.5	222.7	224.6	−1.9	121.2	120.4	+0.8	172.9	172.7	+0.2
230.4	230.7	−0.3	215.9	218.2	−2.3	118.7	118.0	+0.7	170.3	170.5	−0.2
227.7	227.8	−0.1	209.9	212.0	−2.1	116.2	115.7	+0.5	168.1	168.2	−0.1
224.8	225.1	−0.3	204.9	206.1	−1.2	113.7	113.4	+0.3	166.1	166.1	0.0
222.5	222.3	+0.2	199.7	200.4	−0.7	111.3	111.2	+0.1	164.2	163.9	+0.3
220.0	219.7	+0.3	194.5	194.9	−0.4				162.2	161.9	+0.3
217.6	217.1	+0.5	189.2	189.6	−0.4	**1889 Jan. 14. T = 5.24**			160.3	159.8	+0.5
215.1	214.5	+0.6	184.2	184.6	−0.4	222.5	222.2	+0.3	157.9	157.8	+0.1
212.6	212.0	+0.6	179.8	179.7	+0.1	219.0	219.0	0.0	155.6	155.9	−0.3
210.2	209.6	+0.6	175.3	175.1	+0.2	215.7	215.8	−0.1	154.0	154.0	0.0

die Amplituden nehmen rascher ab, als es bei Annahme eines constanten T der Fall sein müsste, und dies entspricht den Beobachtungen, wie aus den in der Tabelle enthaltenen Zahlen zu ersehen ist. Letztere liefern zugleich einen Beweis für die Regelmässigkeit der Pendelbewegung auch bei starken Schwingungen und gestatten daher den Schluss, dass die Achse des Pendels trotz der leichten Lagerung derselben auf den polirten Achatflächen eine vollkommen stabile ist. Um so mehr ist dies daher anzunehmen, wenn das Pendel sich in Ruhe befindet und keine äusseren Störungen eintreten, ein Umstand, der von grösster Bedeutung für die Beurtheilung der Beobachtungen an diesem Instrumente ist.

5.

Um festzustellen, in wie weit auch in der gegenwärtigen Aufstellung des Pendels die Gleichgewichtslage desselben sich unabhängig von den in der

Nachbarschaft eintretenden Erschütterungen und sonstigen Störungen erweisen würde, wurden einige besondere Versuche angestellt.

Dieselben bezogen sich unter Anderem auf den Einfluss einer Belastung der Umgebung des Pfeilers. Mir ist nicht bekannt, dass durch irgend ein anderes Instrument derselbe in so auffallender Weise sichtbar gemacht werden könnte, als durch das Horizontalpendel. Bereits bei der Erwähnung der von mir in Karlsruhe angestellten Beobachtungen sind einige Bemerkungen hierüber gemacht worden. Bei einer allerdings ziemlich grossen Empfindlichkeit des Pendels konnte man daselbst durch Annäherung an den Pfeiler Ausschläge von mehr als 2^0 erzielen. In dem vorliegenden Falle war die Isolirung eine so viel bessere, dass die Ausschläge sich in sehr viel engeren Grenzen hielten. Da der Pfeiler ca. 90 cm tief fundirt und ausserdem von einem ca. 40 cm breiten Graben umgeben ist, so musste der Druck sich durch die tiefer gelegenen Schichten auf denselben übertragen. Trotzdem war bei nicht zu geringer Empfindlichkeit des Pendels ein Ausschlag desselben noch zu bemerken, wenn eine Person durch den den Keller umgebenden Rundgang (s. den Grundriss Fig. 3) sich bewegte, d. h. bei einer Entfernung von mehr als 3 m. Näherte man sich dem Pfeiler mehr, so nahmen die Ausschläge zu, und es war eine auffällige elastische Nachwirkung zu beobachten, welche in Anbetracht des Umstandes, dass der Boden unterhalb des Observatoriums bis zu einer Tiefe von nachweislich 50 m aus Sand besteht, überraschend erscheint.

Folgendes sind die betreffenden Beobachtungen:

1888, December 21. $T_0 = 0.^s4067$, $T = 18.^s45$, 1 mm $= 0.''0119$.

Ein Centnergewicht wurde nach einander an die Ost- und Westseite des den Pfeiler überdeckenden Holzkastens dicht an denselben gestellt. Das Gewicht ruhte hierbei nicht auf dem Fussboden selbst, sondern auf einem die Grube bedeckenden Holzboden. Es wurde beobachtet (jede Ablesung ist aus einer grösseren Zahl von Elongationen abgeleitet):

Centner Ost.		Centner West.	
$6^h\ 10^m$ Ables.	605.3 mm	$6^h\ 40^m$ Ables.	622.3 mm
17	605.0 „	50	622.1 „
30	604.3 „		
$6^h\ 19^m$	604.9 mm	$6^h\ 45^m$	622.2 mm,

d. h. die Versetzung eines Centners von Ost nach West erzeugte eine Niveauveränderung des Pfeilers von 17.3 mm = 0.″205. Bei dieser Beobachtung wurde abgewartet, bis das Pendel in der neuen Gleichgewichtslage zur Ruhe kam. Bei den folgenden Beobachtungen sind, um die elastische Nachwirkung zu zeigen, die aus den successiven Elongationen folgenden Nullpunkte einzeln aufgeführt.

1889 Januar 8. Ein Beobachter war am Fernrohr, ein zweiter stellte sich in einer Entfernung von etwa 1 m von der Pfeilermitte auf den mit einer Ziegelschicht bedeckten Fussboden.

$T = 13.^{s}25$, 1 mm = 0.″0230.

I. Reihe: *A* am Fernrohr, *B* (80 kg) am Pfeiler.

1. *B* Süd	2. *B* Ost	3. *B* Süd	4. *B* West	5. *B* Süd
624.0	612.2	609.4	630.0	634.6
	610.8	611.4	631.2	634.4
	610.8	612.7	632.4	631.4
	610.0	614.8	632.9	631.4
	607.8	615.6	633.3	630.9
	606.8	616.2	633.4	630.5
	606.4	616.3	635.2	629.5
	605.2	616.6	634.3	629.0
	604.8	Pause	634.6	629.4
	603.2	620.5	636.5	628.8
	603.3	621.9	637.0	630.0
	602.7	622.7	636.0	629.6
	603.0	624.0	637.5	630.1
		623.1	638.6	Pause
		623.0	638.6	627.8
		622.5	638.3	627.8
		622.7		628.8
		622.7		627.4
				627.9
				628.6
				627.5
				628.0

Hiernach erhalten wir für die Unterschiede der 5 Lagen

2—1	21.0
3—2	19.7
4—3	15.6
5—4	10.3

Mittel 16.7 = 0.″384, also der Unterschied West—Ost 33.4 = 0.″768.

II. Reihe: *B* am Fernrohr, *A* (93 kg) am Pfeiler.

1. *A* Süd	2. *A* West	3. *A* Süd	4. *A* Ost	5. *A* Süd
628.0	636.8	634.5	618.3	614.7
627.5	636.8	633.7	617.2	615.0
627.8	637.5	633.5	616.7	616.5
627.2	637.5	632.9	615.4	616.5
627.6	638.2	632.8	614.3	617.5
627.4	638.7	632.5	611.9	616.0
628.2	639.5	632.5	610.5	Pause
627.5	Pause	632.3	608.9	621.0
627.7	642.4	632.2	608.4	620.0
627.7	642.6	632.2	607.5	621.4
	643.3		605.5	620.9
	643.6		606.2	622.0
	644.4		605.1	622.0
	644.4		605.2	622.0
	644.5		604.6	
	644.4		604.9	

Die Unterschiede der 5 Lagen sind hier

2—1	16.8
3—2	12.2
4—3	27.3
5—4	17.0

Mittel 18.3 = 0.″422,
West—Ost 36.6 = 0.″844.

Aus dem Gange dieser Zahlen ist deutlich zu ersehen, dass die Versetzung eines Gewichtes von einer Stelle zur anderen eine nicht momentane, sondern mit erheblicher Trägheit vor sich gehende Niveauveränderung erzeugt,

welche sich erst im Laufe mehrerer Minuten vollzieht und nach Fortnahme des Gewichtes mit derselben Langsamkeit zurückgeht.

1889 Januar 12. Ich führe hier nur die mittleren Nullpunkte an. Ein Centnergewicht wurde wie Januar 8 der Beobachter, jedoch dem Pfeiler um etwa 20 cm näher, aufgestellt.

I. Reihe:			II. Reihe:		
$T = 9.^{s}18$, 1 mm $= 0.''0479$.			$T = 10.^{s}80$, 1 mm $= 0.''0347$.		
1. Süd	615.1	(8 Elong.)	1. Süd	648.5	(12 Elong.)
2. Ost	611.5	(12 „)	2. West	652.9	(52 „)
3. West	618.9	(18 „)	3. Ost	643.7	(24 „)
4. Süd	615.0	(8 „)	4. Süd	649.1	(14 „)
2—1	3.63			4.45	
$\frac{1}{2}$(3—2)	3.66			4.60	
4—3	3.81			5.44	
Mittel	3.70 $= 0.''176$.			4.83 $= 0.''168$.	

1889 Januar 14. Beobachtung wie Januar 8. Aufstellung wie Januar 12.

I. Reihe: *A* am Fernrohr, *B* (65 kg) am Pfeiler.

$T = 11.^{s}0$, 1 mm $= 0.''0334$.

1. *B*	Süd	829.9
2. *B*	Ost	822.3
3. *B*	West	836.5
4. *B*	Süd	832.9.

Hieraus folgt die mittlere Ablenkung

$6.61 = 0.''221$.

II. Reihe: *B* am Fernrohr, *A* (93 kg) am Pfeiler.

$T = 10.^{s}0$, 1 mm $= 0.''0404$.

1. *A*	Süd	832.7
2. *A*	Ost	839.3
3. *A*	West	823.1
4. *A*	Süd	832.1.

Mittlere Ablenkung $7.96 = 0.''322$.

Reducirt man die verschiedenen Beobachtungen unter Annahme der Proportionalität auf 100 kg belastendes Gewicht, so ergeben dieselben folgende Ablenkungen:

1888	December	21.		0.″410	
1889	Januar	8.	I	0.960	0.″934
			II	0.908	
		12.	I	0.704	0.″680
			II	0.656	
		14.	I	0.680	0.″686.
			II	0.693	

Die beiden letzten Tage, bei denen die Bedingungen die gleichen waren, stimmen somit gut überein. December 21 war die Belastung des Bodens eine indirecte, da die Druckstelle auf den Holzplanken über der Grube lag. Derartige Beobachtungen besitzen auch ein gewisses Interesse mit Rücksicht auf die Aufstellung astronomischer Instrumente[1]). Da man dieselben in sehr vielseitiger Weise variiren kann, so dürften dieselben ein geeignetes Mittel für die Untersuchung der Elasticitätsverhältnisse der oberen Erdschichten bilden. Hierfür würde es sich empfehlen, das Instrument gar nicht zu isoliren, sondern dasselbe auf einer unmittelbar auf den Boden gelegten Steinplatte aufzustellen, ferner für die Anstellung der Beobachtungen einen Ort mit normaleren Druckverhältnissen, als es die Fundamente schwerer Gebäude sind, zu wählen. Als praktisches Ergebniss obiger Beobachtungen ist die Regel aufzustellen, dass das Betreten der nächsten Umgebung des Pfeilers namentlich von der Seite her zu vermeiden ist.

Januar 14 wurde ein Versuch gemacht, um den Einfluss einer vorübergehenden seitlichen Erwärmung des Pfeilers festzustellen. Eine Person, welche eine Petroleumlampe in der Hand hielt, stellte sich an die Südseite des Pfeilers, worauf wie oben die Gleichgewichtslage bestimmt wurde. Darauf

[1]) Man darf z. B. nur an die veränderte Lage der Beobachter bei Nord- und Südbeobachtungen denken, um bei weniger gut fundirten Instrumenten hierin eine Quelle für systematische Unterschiede in den Neigungen und Aequatorpunkten zu finden. Bei den grösseren Instrumenten trifft dies natürlich wegen der Isolirung des Fussbodens, durch welche der Druck gleichmässig auf alle Seiten vertheilt wird, nicht zu.

wurde die Lampe, welche eine ziemlich erhebliche Wärme ausstrahlte, zuerst östlich, dann westlich in die unmittelbare Nähe des Stativs auf den Pfeiler gestellt und jedesmal nach längerer Pause eine Reihe von Elongationen beobachtet. Folgendes sind die Mittelwerthe:

	Lampe Ost	Lampe West
831.0	832.4	834.3
832.0	832.0	833.9
832.4	832.7	833.9
832.9	833.4	833.8
832.5	834.0	833.4
833.0	833.4	833.5
832.5	833.6	833.5
832.9	833.7	833.4
832.8	833.8	833.5.
832.9	833.6	
832.8		
832.8		

Ein Einfluss der Wärmestrahlung ist hiernach nicht mit Sicherheit zu constatiren. Da nun eine derartige Störung des Temperaturgleichgewichts, wie sie hier künstlich herbeigeführt wurde, bei den fortlaufenden Beobachtungen, bei denen sich das Pendel obendrein unter einem Schutzkasten befindet, ausgeschlossen ist, so sind wir mit Rücksicht auf die ausserordentlich günstige Aufstellung des Apparates zu der Annahme berechtigt, dass nur solche periodische Wärmeeinflüsse, welche sich auf die Fundamente des Kellers erstrecken, auf die Bewegung des Pendels einwirken werden.

Was endlich die Erschütterungen anbetrifft, denen die Umgebung des Pendels ausgesetzt sein kann, so sind dieselben bei der isolirten Lage des Potsdamer Observatoriums begreiflicher Weise sehr geringe. Die Drehung der Kuppel über dem Ostthurme, welche an klaren Abenden benutzt wird, übt, wie durch Beobachtung festgestellt wurde, keinen störenden Einfluss aus. Zwar waren die schwachen verticalen Vibrationen des Spiegels im Fernrohre wohl zu erkennen, die Schwingungen aber gingen auch bei sehr kleiner Amplitude ungestört vor sich und der Nullpunkt blieb unverändert. Dies stimmt durchaus mit den früheren Wahrnehmungen überein. Anders wird es sich da-

gegen mit Erdbeben verhalten, sobald das Stosscentrum nicht unterhalb des Pendels liegt. In der That ist ja das Horizontalpendel in gröberer Form zur Zeit ein wichtiges Hilfsmittel der Seismographie. In der hier angewandten äusserst empfindlichen Gestalt ist es aber vielleicht der feinste aller bisher angewandten Seismographen und zur Angabe äusserst schwacher Stösse geeignet. Heftige Stösse müssen dasselbe dagegen ausser Thätigkeit setzen.

Bei der Einrichtung der beiden Stationen ist mit Rücksicht auf die gemachten Erfahrungen dafür Sorge getragen, dass die Apparate möglichst nahe der Gleichgewichtsebene des Pendels aufgestellt wurden. Wenn das Pendel eine Correction erforderte, so wurde dieselbe stets so vorgenommen, dass der Raum in der Nähe des Pfeilers nur von Nord oder Süd her betreten wurde.

6.

Es erübrigt noch, Einiges über die Registrirvorrichtung zu sagen. Zur Beleuchtung dient eine in fester Führung in einem nahezu lichtdichten Gehäuse eingeschlossene Petroleumlampe[1]) von 14 stündiger Brennzeit, von welcher das Licht durch einen verstellbaren verticalen Spalt von 20 mm Länge auf die Linse des Pendelapparates geworfen wird. Das Lampengehäuse ist auf einem kleinen eisernen Fusse montirt, welcher Correctionen in Höhe und in horizontaler Richtung vorzunehmen gestattet, ohne den Spalt zu berühren. Nachdem dieser Fuss auf dem für die Lampe bestimmten Pfeiler festgekittet ist, ist eine unveränderte Stellung des Spaltes gesichert.

Das durch ein Gewicht getriebene Uhrwerk des Registrirapparates bewegt eine horizontal liegende Walze von 20 cm Länge und $56\frac{1}{2}$ cm Umfang in 50^h einmal um ihre Achse, auf welcher sie mit starker Reibung gedreht werden kann. Auf der Walze wird das von Morgan & Kidd in Richmond bezogene photographische Papier[2]) aufgezogen und durch zwei Bügel festgehalten. Parallel der Achse und in gleicher Höhe wie diese liegt vor der Walze eine mit Correctionsvorrichtungen versehene Cylinderlinse von 20 cm Länge und

[1]) Bei den neueren Versuchen habe ich Benzin angewandt, welches bei den magnetischen Registrirungen in Potsdam mit Vortheil benutzt wird.

[2]) Die Entwickelung dieses Papiers geschieht mittelst des gewöhnlichen Oxalatentwicklers.

5 cm Brennweite. Dieselbe vereinigt das von dem Spalt ausgesandte Lichtbüschel nach der Reflexion am Spiegel und zweimaligem Durchgange durch die Linse zu einem feinen Lichtpunkte auf der Oberfläche des Papiers. Da beide Spiegel das Licht reflectiren, so entstehen zwei Lichtbilder, von denen man das unbewegliche durch Drehung des festen Spiegels in jede gewünschte Lage bringen kann. Der feste Lichtpunkt, welcher während der Drehung der Walze eine gerade Linie verzeichnen muss und dadurch die Unveränderlichkeit der Aufstellung zu prüfen gestattet, dient zugleich zur Zeitmarkirung. Ein kleiner Lichtschirm wird zu Anfang jeder Stunde einmal auf 5 Minuten durch das Uhrwerk eingeschaltet und blendet das Licht des festen Punktes so lange ab. Ein- und Ausschaltung erfolgen momentan.

Das Registrirwerk ist auf einer schweren gusseisernen Platte montirt, durch welche die Schnüre des Gewichts und das Pendel hindurchgehen, und durch einen Holzkasten bedeckt, der oben durch einen Deckel geschlossen wird und vorn einen horizontalen Schlitz zum Durchlassen der Lichtstrahlen hat. Das Zifferblatt ragt seitlich aus dem Kasten hervor. Die Registrirapparate und Lampen wurden von Wanschaff in Berlin angefertigt. Das Wechseln der Lampen geschieht zweimal täglich und es sind, damit keine längere Unterbrechung eintritt, zwei für jeden Apparat vorhanden, welche in Schlittenführung in das Gehäuse eingeschoben werden. Der Bogenwechsel erfolgt an jedem zweiten Tage. Die Bedienung des Apparates ist somit, wenn derselbe einmal gut justirt ist, eine sehr einfache und erfordert, abgesehen von den bei stärkerer Bewegung des Pendels etwa nöthigen Correctionen, sehr wenig Zeit, ein Umstand, der bei fortlaufenden Beobachtungen als ein wesentlicher Vortheil anzusehen ist.

III. Die Beobachtungen.

1. Beobachtungen in Wilhelmshaven.[1])

Die Auswahl dieses durch seine Lage an der Meeresküste ausgezeichneten Beobachtungsortes hat sich insofern als eine sehr günstige erwiesen, als die Erscheinungen, um deren Untersuchung es sich hier handelt, daselbst in besonders intensiver Form auftreten. Durch gütige Vermittelung des Herrn Professor Boergen wurde mir von der kaiserlichen Marinebehörde Anfangs die Genehmigung zur Benutzung einer Kasematte des dicht am Ufer gelegenen Fort Heppens ertheilt, und nach einigem Suchen wurde daselbst ein für den Zweck sehr geeigneter Raum gefunden. Schliesslich aber habe ich dennoch von der Benutzung dieses Raumes Abstand genommen und es vorgezogen, die Instrumente in einem Kellerraume des Marineobservatoriums aufzustellen. Einerseits zog sich nämlich die Ablieferung der Instrumente so weit hin, dass mit den Beobachtungen nicht frühzeitig genug begonnen werden konnte, um Störungen durch Geschützübungen zu vermeiden; andererseits musste ich gewärtig sein, dass über den nur vorübergehend überlassenen Kasemattenraum nach einiger Zeit anderweitig verfügt würde. Endlich schien auch, da ich selbst mich nicht in Wilhelmshaven aufhalten konnte, für die Bedienung und Beaufsichtigung der Apparate die Aufstellung auf dem Observatorium bessere Garantien zu bieten. Erstere hat bis gegen Ende April Herr Dr. Eschenhagen, späterhin Herr Professor Boergen in der freundlichsten Weise übernommen.

Die Aufstellung geschah, von den durch die veränderte Localität bedingten Modificationen abgesehen, in derselben Weise, wie ich sie später für

[1]) Da ich selbst bei der Aufstellung des Instruments in Wilhelmshaven nicht zugegen war, so ist an einigen Stellen auf die spätere Schilderung für Potsdam Bezug genommen.

Potsdam eingehender geschildert habe. Der zur Aufnahme des Horizontalpendels bestimmte Keller *A* liegt an der N.O.-Ecke des Hauses unter der Assistentenwohnung und steht durch eine Thür mit dem Treppenraume in Verbindung. Letztere, sowie die hochgelegenen Fenster, wurden Anfangs gedichtet, später jedoch, als es häufiger nothwendig wurde den Pendelraum zu betreten und die Feuchtigkeit im Keller zunahm, wurde die Dichtung der Thür beseitigt. Der Fussboden des Kellers liegt ca. 2 m unter dem äusseren Niveau, das Fundament des Pfeilers noch 0.90 m tiefer. Der Registrirapparat steht in dem südlich anstossenden Raume *B* in einem zur Abhaltung des Tageslichtes construirten Holzverschlage, die Zwischenmauer ist an den entsprechenden Stellen durchgeschlagen worden. Die Umgebung des Pfeilers ist zwar weniger gut isolirt als in Potsdam und durch das Betreten der Treppe kann das Pendel in schwache Schwingungen versetzt werden, doch entsteht dadurch keine dauernde Ablenkung desselben.

In Anbetracht der merkwürdigen Resultate, welche die Wilhelmshavener Beobachtungen ergeben haben, verdienen die dortigen Bodenverhältnisse genauere Erwähnung. Bei der Bohrung des artesischen Brunnens auf der kaiserlichen Werft zu Wilhelmshaven wurden für die oberen Schichten (nach Mittheilung von Herrn Professor Boergen) folgende Ergebnisse erhalten:

+ 5.10 m	Terrain.
	Mutterboden.
+ 4.75 „	Aufgeschütteter gelber Sand.
+ 4.35 „	Gemischter Boden (Klai, Sand, Torf).
+ 3.88 „	Aufgeschütteter Klaiboden, bei + 3.00 Grasnarbe. Von + 5.10 bis + 3.00 ist der Boden künstlich erhöht. Bei + 3.00 liegt der alte gewachsene Boden.
+ 3.00 „	Klai.
+ 2.00 „	Darg (Klai und Torf).
+ 0.95 „	Schlick mit blauem Sand (0.00 Nullpunkt am Pegel).
— 1.05 „	Blauer Sand mit Schlick.
— 2.00 „	Blauer Sand mit geringem Zusatz von Schlick.
— 4.05 „	Scharfer blauer Sand, mindestens einige hundert Meter (Bohrung bis 250 m) mächtig.

Unter Klai ist ein schwerer Thonboden zu verstehen, welcher, da er Wasser schwer durchlässt, bei anhaltenden Regengüssen gänzlich erweicht.

Obiges Bohrresultat kann als allgemein für das ganze Marschterrain giltig angesehen werden. Betreffs des Observatoriums theilte Dr. Eschenhagen mit, dass die Mauern desselben und somit auch der Pendelpfeiler in der oberen ca. 3 m mächtigen Klaischicht, die Pfeiler des Meridianinstrumentes dagegen in dem blauen Sande ruhen. Zwischen beiden liegt die ca. 1 m mächtige schwammige Schicht von zusammengepresstem Torf (Darg). Letztere scheint, wie wir später sehen werden, eine sehr grosse Elasticität zu besitzen. Das Niveau der Umgebung des Observatoriums ist ebenfalls durch Aufschüttung von Sand beträchtlich erhöht.

Soweit die mitgetheilten Bohrresultate erkennen lassen, besteht bis zu einer ansehnlichen Tiefe, von den obersten Schichten abgesehen, eine grosse Uebereinstimmung in der Beschaffenheit des Bodens an den beiden Stationen Wilhelmshaven und Potsdam. Zu erwähnen bleibt noch, dass das Observatorium zu Wilhelmshaven sich in einem Abstande von ca. 200 m von der Hochwasserlinie des Jadebusens befindet und eine ganz isolirte Lage im Norden der Stadt einnimmt. Der Jadebusen ist ein zum grösseren Theil sehr flaches Becken, welches durch eine Einschnürung in der Mitte, nahe welcher sich das Observatorium befindet, in die Aussen- und Binnenjade getheilt wird, die durch eine ca. 20 m tiefe Rinne in Verbindung stehen. Da der Grund des Beckens eine sehr geringe Böschung besitzt, so tritt das Wasser zur Ebbezeit weit zurück.

Schon beim Ausheben der für den Pendelpfeiler bestimmten Grube zeigte es sich, dass die obenerwähnte Thonschicht stark wasserhaltig ist. Die hierdurch bedingte grosse Feuchtigkeit des Pendelraumes hat bei dem raschen Steigen der äusseren Temperatur in der letzten Hälfte des April und im Mai die Erlangung brauchbarer Beobachtungen fast ganz vereitelt, indem durch fortwährendes Beschlagen der Gläser die Lichtpunkte abgeblendet wurden. In Folge dessen mussten nach längeren vergeblichen Bemühungen die Beobachtungen abgebrochen werden, um der Luft wieder einmal Zutritt zu dem Kellerraume zu gestatten. Später wurde dann die Glasplatte von dem Holzkasten abgenommen, und am 18. Juni konnte von Neuem mit den Beobachtungen begonnen werden, die von da an bis Anfang October reichen.

In Folge der hier erwähnten Störungen, zu denen zeitweise noch andere, durch Stehenbleiben der Uhr veranlasste, hinzutreten, zeigen die Beobachtungen in Wilhelmshaven einige grosse Lücken. Im Monat Mai konnten sogar nur an einzelnen Tagen brauchbare Ablesungen der Curven gemacht werden.

Zu der Tabelle der Beobachtungen (S. 49 flg.) sind folgende Bemerkungen zu machen. Die Ablesung der Ordinaten der Curve für den Anfang jeder Stunde Greenwicher Zeit geschah in der unter Potsdam näher geschilderten Weise mittelst derselben Glasscala. Soweit es möglich war sind alle Ablesungen auf den gleichen Nullpunkt reducirt, indem bei jeder stattgehabten Correction die Reductionsgrösse ermittelt wurde. Die grosse Pause im Monat Juni bildet natürlich eine Lücke, nach derselben sind die Beobachtungen erst vom 27. an mitgetheilt, da die ersten Tage unbrauchbar waren. Kleinere Lücken sind durch Interpolation ausgefüllt. Die zahlreichen zu den Beobachtungen gemachten Bemerkungen, welche die Lücken erklären, sowie die Uhrcorrectionen führe ich hier nicht an, dagegen sind die beobachteten Temperaturen in tabellarischer Form mitgetheilt, weil dieselben für die Beurtheilung der späteren Resultate von Wichtigkeit sind. Einheit der Zahlen ist 1 p der Glasscala = 5 mm, dieselben wachsen wenn das Pendel sich nach Osten hin bewegt, und es soll diese Richtung das positive Zeichen erhalten.

Die Constante T_0 wurde fast übereinstimmend mit dem später am zweiten Pendel beobachteten Werthe $= 0^s.407$ gefunden. Der Abstand der Walze vom Spiegel war 4461 mm. Die Grösse T ist leider wegen mangelnder Erfahrung nicht so häufig bestimmt worden, als es sich später als wünschenswerth erwies. Vor Beginn der Beobachtungen fand Dr. Eschenhagen $T = 7^s.98$ durch zweimalige Beobachtung. Juli 26 nahm Professor Boergen eine chronographische Bestimmung vor, welche mit grosser Sicherheit $T = 8^s.255$ ergab. Hieraus habe ich zwei Werthe der Reductionsconstante abgeleitet, nämlich für die Einheit der Scala (5 mm) und für die Beobachtungen von März bis Mai

$$0''.3002,$$

für die späteren Beobachtungen dagegen

$$0''.2806.$$

Da die Uebertragung der Beobachtungsresultate in Winkelwerth zunächst geringeres Interesse hat, so ist durchweg bei allen Berechnungen die Einheit der

Temperaturen im Pendelraum (Wilhelmshaven).

Die Ablesungen der Temperatur p. m. und a. m. geschehen in der Regel gegen Mittag und Mitternacht.

Datum	p. m. a. m.	Datum	p. m. a. m.	Datum	p. m. a. m.	Datum	p. m. a. m.
März 19.	+ 5.2°	April 7.	+ 7.5°	April 27.	+ 9.1°	Mai 15.	+ 13.4°
	+ 5.3	8.	+ 7.3		+ 9.1		+ 13.5
20.	+ 5.6		+ 7.3		+ 9.1	16.	+ 13.5
	+ 5.7	9.	+ 7.2	28.	+ 9.1		+ 13.4
21.	+ 5.0		+ 7.3	29.	+ 9.2	17.	+ 13.3
22.	+ 4.9	10.	+ 7.3		+ 9.3		+ 13.2
	+ 5.4		+ 7.3	30.	+ 9.5	18.	+ 13.2
23.	+ 5.6	11.	+ 7.7		+ 9.6		+ 13.2
	+ 5.7		+ 7.6	Mai 1.	+ 10.0	19.	+ 13.2
24.	+ 6.0	12.	+ 7.4		+ 10.2		+ 13.2
	+ 6.3		+ 7.6	2.	+ 10.5	20.	+ 13.2
25.	+ 6.4	13.	+ 7.7		+ 10.6		+ 13.2
	+ 6.7		+ 7.7	3.	+ 10.7	21.	+ 13.3
26.	+ 6.8	14.	+ 7.8		+ 10.8		+ 13.4
	+ 6.8	15.	+ 7.7	4.	+ 11.0	22.	+ 13.7
27.	+ 6.5		+ 7.5		+ 11.2		+ 13.8
28.	+ 6.7		+ 7.4	5.	+ 11.3	23.	+ 14.0
	+ 6.7	16.	+ 7.3		+ 11.5		+ 14.4
	+ 6.8		+ 7.4	6.	+ 11.9	24.	+ 14.8
29.	+ 6.9	17.	+ 7.5		+ 12.2		+ 15.1
	+ 7.0		+ 7.5	7.	+ 12.4	25.	+ 15.1
30.	+ 7.2	18.	+ 7.7		+ 12.5		+ 15.3
	+ 7.1		+ 7.6	8.	+ 12.6	26.	+ 15.4
31.	+ 7.4	19.	+ 7.9		+ 12.5		+ 15.6
	+ 7.5		+ 8.0	9.	+ 12.6	27.	+ 15.7
April 1.	+ 7.4	20.	+ 8.3		+ 12.8		+ 15.9
	+ 7.6		+ 8.5	10.	+ 13.1	29.	+ 16.2
2.	+ 7.6	21.	+ 8.9		+ 13.4	30.	+ 15.8
	+ 7.6	22.	+ 9.2	11.	+ 13.3		+ 15.7
3.	+ 7.6	23.	+ 9.2		+ 13.6	31.	+ 15.4
	+ 7.5		+ 9.2	12.	+ 13.5		+ 15.7
4.	+ 7.5	24.	+ 9.3		+ 13.4	Juni 1.	+ 15.7
	+ 7.5		+ 9.2	13.	+ 13.2		+ 15.9
5.	+ 7.3	25.	+ 9.3		+ 13.2	2.	+ 16.0
	+ 7.3		+ 9.3	14.	+ 13.1		+ 18.0
6.	+ 7.4	26.	+ 9.3		+ 13.1	3.	+ 17.2
	+ 7.3		+ 9.2				+ 18.3

Am 15. August zerbrach das Thermometer und wurde durch ein anderes nach Réaumur getheiltes ersetzt.

Datum	p. m.	a. m.	Datum	p. m.	a. m.	Datum	p. m.	a. m.
Juni 18.	+ 16.4°	+ 15.8°	Juli 24.	+ 15.8°	+ 15.8°	August 28.	+ 12.0°	+ 12.0°
19.	16.2	16.1	25.	15.7	15.8	29.	12.0	12.2
20.	16.4	16.4	26.	15.6	15.6	30.	12.0	12.2
21.	16.8	16.7	27.	15.7	15.9	31.	12.5	12.5
22.	16.6	16.5	28.	15.7	15.8	September 1.	12.7	12.4
23.	16.5	16.7	29.	15.7	15.6	2.	12.5	12.3
24.	16.7	16.8	30.	15.6	15.6	3.	12.3	12.2
25.	17.0	17.2	31.	15.6	15.7	4.	12.1	12.2
26.	17.2	17.0	August 1.	15.6	16.0	5.	12.1	12.1
27.	17.3	17.5	2.	15.9	16.0	6.	12.1	12.2
28.	17.6	17.8	3.	16.0	16.3	7.	12.1	12.1
29.	18.0	17.7	4.	16.3	16.4	8.	12.1	12.3
30.	17.8	17.7	5.	16.2	16.4	9.	12.4	12.5
Juli 1.	17.8	17.7	6.	16.2	16.2	10.	12.5	12.5
2.	17.4	17.4	7.	16.0	16.2	11.	12.7	12.8
3.	17.4	17.4	8.	15.9	15.9	12.	13.0	13.0
4.	17.4	17.4	9.	15.8	15.8	13.	12.6	12.5
5.	17.6	17.6	10.	15.8	16.0	14.	12.1	12.0
6.	17.5	17.6	11.	15.8	15.8	15.	11.5	11.0
7.	17.6	17.4	12.	15.7	15.7	16.	11.0	—
8.	17.2	17.2	13.	15.6	15.6	17.	11.0	11.0
9.	17.0	17.2	14.	15.5	15.5	18.	10.9	11.0
10.	17.4	17.5	15.	—	12.2	19.	10.9	10.8
11.	17.4	17.4	16.	12.4	12.2	20.	10.4	10.5
12.	17.4	17.3	17.	12.5	12.6	21.	10.2	10.0
13.	17.2	17.1	18.	12.6	—	22.	10.0	10.0
14.	17.0	16.7	19.	12.6	12.9	23.	10.0	10.0
15.	16.6	16.6	20.	13.0	13.0	24.	10.0	10.0
16.	16.3	15.9	21.	13.0	13.0	25.	10.0	9.9
17.	15.8	15.8	22.	13.0	12.8	26.	9.9	10.0
18.	15.6	15.6	23.	12.6	12.5	27.	10.0	10.1
19.	15.5	15.6	24.	12.5	12.1	28.	10.0	10.0
20.	15.6	16.0	25.	12.1	12.0	29.	10.0	10.0
21.	16.0	16.3	26.	12.0	12.0	30.	10.0	10.1
22.	16.1	16.1	27.	12.0	12.0	October 1.	10.1	—
23.	15.9	16.0						

Glasscala beibehalten, erst bei den Endresultaten hat die Uebertragung stattgefunden, indem das Mittel der beiden obigen Werthe

$$0''.2904$$

angewandt wurde.[1]) Hierbei repräsentiren die Ordinatenänderungen der Curve die 3556malige Vergrösserung der Bewegungen, welche die Spitze eines 1 m langen Pendels ausführen würde.

Trotz der geringeren Empfindlichkeit des Pendels in Wilhelmshaven sind die Curven daselbst viel reichhaltiger an interessanten Einzelheiten, als die in Potsdam erhaltenen. An manchen Tagen sind so zahlreiche Wellen von der verschiedensten Amplitude und Zeitdauer zu sehen, dass man beim Anblick der Photogramme fast an die Aufnahmen magnetischer Störungen erinnert wird. In Folge dessen zeigen auch die Ablesungen keinen ganz so regelmässigen Verlauf. Aus der verschiedenen Aufstellung der Apparate an den beiden Stationen in Wilhelmshaven und Potsdam folgt, dass, während ein und dieselbe Niveauveränderung an beiden Orten die Ordinaten der Curve (mit Rücksicht auf das denselben ertheilte Zeichen) in gleichem Sinne sich ändern lässt, die Wirkung magnetischer Kräfte z. B. (falls dieselben trotz des angewandten Materials die Lage des Pendels dennoch beeinflussen sollten) sich in entgegengesetztem Sinne äussern muss.

---

[1]) Hierbei ist auf das Einschrumpfen des Papieres beim photographischen Prozess nicht Rücksicht genommen. Offenbar wird dadurch die Reductionsconstante verändert und zwar vergrössert werden. Dr. Eschenhagen findet, dass die Ordinaten durch das Einschrumpfen um 1 % ihrer Länge kürzer werden.

Curven-Ablesungen, auf gemeinsamen Nullpunkt reducirt.

Bemerkung: Die Ablesungen wachsen, wenn das Pendel von West nach Ost sich bewegt.

Wilhelmshaven.

Mittl. Greenwicher Zeit	März 1889																			
	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.
0^h	13.2	14.5	18.1	31.2	24.9	34 7	23.9	29.5	29.4	21.6	19.8	18.4	12.4	8.3	11.7	21 3	32.4	29.8	35.2	26.3
1	12 8	15 5	20.2	32 4	24.7	34.9	24 2	29.9	30.3	21.2	21 0	17.0	12.7	9.9	11.7	22.3	34.6	30.6	34.2	26.4
2	12 3	15.5	21.1	32 8	24 3	34.6	24.3	29 4	29 8	19.7	21 3	16 1	12.1	10.2	11.4	23.0	36.6	31.2	33.3	26.3
3	11.0	14 9	21.3	31.8	23 7	35.8	24.0	28.7	28.1	18.1	20.4	14 8	11.4	10.2	10.5	22.7	37.3	31.7	32.0	25.1
4	8.9	13.7	20.9	29.6	23.4	35.0	23.3	27.6	26.4	17.0	18.7	13.3	9.8	8.6	9.2	21.7	36.0	31.6	30.3	23.8
5	6.6	11.9	20.2	27.8	23.0	33.0	22.4	25 9	24.6	16.1	17.4	12.5	8.4	7.2	8.0	19.9	34.0	31.5	28.5	22.3
6	6.1	10.8	19.5	26.1	23.1	31.3	21.9	25.3	22.7	15.3	16.5	11.7	7.1	6.3	7.4	18.3	32.3	31.0	27.2	21.5
7	5.3	10.1	18.9	25.1	22.7	30.2	22.0	25.3	22.3	14.5	15.9	11.4	5.9	5.1	7.4	17.4	29.7	30.5	26.2	20.9
8	4.7	9.5	18.0	24.9	22.2	29.0	22.1	25.1	21.5	13.6	15.5	11.1	5.1	3.9	7.5	17.0	27.7	30.5	25.0	20.0
9	4.5	9.1	17.8	24.3	21.9	27.9	22.7	—	20.9	13.0	15.6	10.6	4.7	2 9	7.7	17.2	27.0	30.4	24.1	18.7
10	4.2	8.6	18.1	23.8	21.6	26.4	23.3	—	20.2	12.5	15.7	10.5	4.4	2.3	8.0	17.1	26.1	30.5	22.8	17.9
11	4.3	8.3	18.9	23.0	21.8	25.1	23.4	—	19.2	12.1	15.9	10.3	4.5	2.6	8.4	17.2	26.2	30.6	21.2	17.4
12	4 7	8.3	19.6	22 5	22.3	24.1	22 8	—	18.1	11.5	15.5	10.4	4.5	2.4	9.2	17.3	26.1	30.6	20.1	17.2
13	5.1	7.9	20.2	22.0	23.2	23.8	23.0	—	17.3	11.0	15.2	10.3	4.3	3.1	10.2	17.7	25.9	30.8	19.0	17.1
14	5 8	7.7	20 6	21.7	24.2	23.0	23 3	—	16.6	11.0	14.7	9.8	3.7	3.8	10.9	18.2	26.1	31.0	18.5	16.8
15	6 4	7.9	21.2	21.7	24.5	22 2	23.7	—	15.9	11.1	14.1	8.8	2.5	4.2	11.5	18.6	26.3	31.4	17.8	17.5
16	6.8	7 8	21.4	22.0	24.2	22.0	24.2	—	15 4	10.6	14.0	8.1	1.9	3.9	12.2	19.2	26.3	31.7	17.6	18.0
17	7.0	7.7	21.4	22.1	24.5	21.9	24 7	—	14.9	10.2	14.0	7.7	1.4	3.3	11.7	19.1	26.3	31.7	18.1	18.5
18	7.1	7 8	21.8	21.9	25 5	21.8	25 4	—	15.3	10.4	14.1	7.6	1.2	3.4	12.2	19.3	26.2	31.6	18.5	19.5
19	7.8	9 2	22 1	22.1	26.7	21.9	26 5	—	16.0	11.9	14.1	7.9	1.6	5.0	13.9	20.5	26.4	31.8	19.2	20.5
20	9.0	10 8	23 4	22.1	28.0	22 0	27 6	—	17.5	13.7	15.2	8.4	2.3	6.7	15.7	22 3	26.4	32.0	21.0	21.8
21	9.9	12 0	24.7	22.4	30.7	22 0	28.7	—	19.8	16 0	16.3	9 5	3.0	9.0	17.5	24.6	27.0	33.0	22.5	23.5
22	11 7	13.6	26.5	23.2	32.2	22.0	30.0	—	21.3	18.2	17.6	10.4	4.3	10.5	19.1	27 4	27.6	33.8	24.3	25.2
23	12.6	15.5	28.4	23.9	33.8	22.8	28.9	—	21.5	19.5	18.5	11.6	6.0	11.3	20.1	30.3	28.6	35.0	26.2	26.1

Mittl. Greenwicher Zeit	März 1889					April 1889														
	27.	28.	29.	30.	31.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.
0^h	27.0	37.2	33.5	29.0	26.3	23.9	15.7	18.5	12.9	13.7	16.0	15.9	12.0	12.9	15.0	18.7	16.1	14.9	19.2	22.5
1	29.2	37.5	32.7	28.8	26.3	25.2	16.1	17.4	13.4	14.5	17.0	16.9	11.9	14.3	16.3	18.8	16.3	14.6	19.6	21.7
2	29.7	37.5	33.2	28.1	26.3	23.4	17.1	17.9	14.3	14.9	16.4	17.2	11.7	14.3	16.4	19.1	16.8	14.4	20.5	21.0
3	29.6	37.1	32.3	27.5	25.4	21.3	16.7	16.2	14.2	14.9	16.0	18.0	11.8	14.1	16.2	18.7	17.0	14.1	20.3	20.3
4	29.0	36.7	30.6	27.2	24.3	19.8	15.3	14.5	13.2	14.3	14.5	17.0	11.2	13.3	15.7	19.0	16.2	13.6	19.7	18.8
5	28.1	34.7	30.0	26.5	23.5	18.3	13.9	13.0	12.5	13.2	13.5	15.5	10.2	12.3	14.8	18.4	15.4	13.3	19.0	17.7
6	27.9	33.5	28.9	25.2	23.0	16.0	12.3	11.7	12.0	12.4	12.3	14.2	8.4	11.5	13.4	18.0	14.7	13.0	18.1	16.6
7	28.2	32.7	28.4	24.3	22.5	15.1	11.4	10.6	11.3	12.1	11.4	13.3	6.6	10.7	12.3	17.3	14.2	13.1	17.4	16.1
8	28.4	32.4	28.2	23.4	22.0	13.4	10.2	9.7	10.0	11.2	11.0	12.4	5.5	10.2	11.4	16.6	13.3	13.2	17.1	15.0
9	28.6	31.7	28.3	23.0	21.4	12.7	10.1	8.9	9.3	10.5	10.4	11.7	5.6	10.2	11.2	15.8	12.7	13.3	16.8	14.4
10	28.4	30.0	28.2	22.7	21.0	12.6	9.4	8.3	8.9	9.9	10.2	11.0	5.5	9.9	11.0	15.1	12.3	13.4	16.9	15.0
11	28.3	28.5	27.6	22.6	21.1	12.4	9.4	8.3	8.5	9.6	10.0	10.4	5.4	9.6	10.7	14.3	11.4	13.3	16.9	14.9
12	27.5	27.8	27.1	22.2	20.9	12.2	9.5	9.1	8.2	9.0	9.4	10.3	5.3	9.8	10.8	13.8	10.8	12.9	16.4	14.3
13	27.0	27.2	26.2	21.7	20.6	11.7	9.3	9.4	8.3	9.3	9.2	10.2	5.3	9.8	10.8	13.3	10.2	12.5	16.0	13.3
14	26.7	26.5	25.3	20.5	20.0	11.0	9.2	9.3	8.0	9.4	9.3	10.0	5.6	9.7	11.2	12.9	9.6	12.5	15.7	12.4
15	26.6	26.2	25.1	19.7	19.2	10.4	8.5	9.3	7.4	9.3	9.3	9.7	5.8	9.6	11.4	12.4	9.2	12.4	15.5	11.7
16	26.3	26.0	24.9	19.2	18.7	8.7	7.7	8.9	6.7	9.3	9.3	9.3	6.0	9.6	11.9	12.0	8.8	12.5	15.3	11.3
17	26.3	25.5	25.1	19.1	18.5	8.2	7.5	8.7	6.3	9.3	9.0	9.0	6.1	9.9	12.4	12.0	8.7	12.7	15.4	11.6
18	26.7	26.0	25.3	19.3	18.7	9.2	8.0	9.2	7.0	9.6	8.9	9.0	6.2	10.1	13.3	12.3	9.1	13.3	15.5	12.5
19	28.9	26.9	25.5	19.8	19.2	9.8	8.6	10.0	8.1	10.3	9.8	9.3	6.7	10.4	14.3	13.2	9.7	14.0	16.2	14.5
20	31.7	28.3	26.0	20.1	19.5	11.9	11.2	10.5	9.3	11.5	10.9	10.1	8.0	10.7	15.3	14.2	10.8	15.1	17.5	16.2
21	34.1	30.1	26.9	21.0	20.4	11.4	12.8	11.4	10.2	12.6	12.2	11.1	9.3	11.5	16.0	15.1	12.6	16.4	19.3	18.6
22	35.9	31.4	28.0	21.9	21.2	13.3	14.8	12.7	11.2	14.3	13.5	11.9	11.2	12.6	16.6	15.7	14.0	17.4	20.5	20.2
23	36.6	32.4	28.4	23.8	23.1	15.5	16.5	12.5	12.3	15.2	14.6	11.6	11.8	14.0	17.8	15.7	14.8	18.9	21.3	20.9

Mittl. Greenwicher Zeit	April 1889										Mai 1889									
	16.	17.	18.	19.	20.	21.	26.	27.	28.	29.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.
0^h	21.9	24.7	29.3	—	—	43.8	37.9	46.3	45.8	55.7	—	46.0	40.6	39.7	40.4	36.6	31.5	27.6	28.3	30.1
1	22.4	25.0	30.8	—	—	45.3	38.4	46.1	46.2	56.9	—	46.8	42.1	41.1	40.7	36.9	31.9	27.8	29.3	—
2	22.5	24.5	32.2	—	—	45.7	38.5	47.2	46.0	56.8	—	47.5	41.8	41.0	40.6	36.4	31.9	27.6	29.7	—
3	21.7	23.3	32.0	—	—	46.0	38.6	47.1	46.1	55.6	—	47.6	41.5	41.8	42.0	37.3	32.9	26.7	29.6	—
4	20.3	21.3	31.0	—	—	44.8	38.4	46.5	46.6	54.2	—	47.2	41.6	42.4	41.6	37.0	33.5	25.7	29.3	—
5	19.0	20.0	29.7	—	—	42.7	40.0	45.7	46.0	52.8	—	46.4	41.0	41.9	40.9	35.8	33.0	25.0	—	—
6	17.4	19.0	28.8	—	—	40 8	40.4	45.1	45.5	51.9	—	45.9	40.6	41.6	38.7	35.2	32.6	24.4	—	—
7	16.2	18.2	27.7	—	—	39.5	40.7	43.6	44.9	50.6	—	44.6	40.0	39.7	37.9	34.2	32.0	24.0	—	—
8	15.3	17.1	26.3	37.1	—	38.7	41.1	43.6	44.8	49.5	—	43.1	40.2	38.6	37.0	33.8	31.5	24.0	—	—
9	15.2	16 3	25.3	36.1	37.3	38.3	41.4	43.6	44.6	48.9	—	41.6	39.3	38.0	36.1	33.6	31.2	24.0	—	—
10	15.1	17.2	24.6	35.4	36.4	37.8	41.3	43.0	44.6	48.3	—	40.3	38.9	37.1	35.4	33.6	30.9	23.9	—	—
11	14.9	17.8	24.4	35.3	35.9	37.3	41.0	42.4	44.6	47.7	—	38.9	37.9	36.1	34.2	32.9	31.3	24.0	—	—
12	14.9	18.3	24.9	35.8	35.5	36 8	40.6	41.3	43.9	47.1	44.4	37.2	37.6	34.6	32.7	32.6	—	23.9	—	—
13	14.5	18.8	25.6	36.2	35.3	36.7	39.5	40.8	42.9	46.3	43.1	35.7	37.2	33.6	30.9	31.9	—	23.8	—	—
14	14.0	19.0	26.0	36 4	35.0	36.0	38.8	40.4	42.3	45.4	42.1	34.4	36 5	32.7	29.9	—	—	23.5	26.5	26.8
15	13.4	19.1	26.4	36.3	34.1	35.7	38.5	40.4	41.9	44.5	41.1	33.0	35.9	31.8	29.0	—	—	23.1	25.8	25.9
16	12.9	18.7	26.1	35.7	33.5	35.7	38.6	40.2	41.6	43.5	40.5	32.3	35.4	32.1	28.4	—	—	23.2	25.4	25.2
17	12.8	19.2	26.3	35.5	33.6	35.9	38.6	40.1	41.9	43.3	41.2	32.9	35.4	33.1	29.1	—	—	23.5	25.5	24.9
18	13.6	19.9	27.6	35.7	34.1	37.0	39.0	40.3	42.5	44.2	43.3	35.3	35.6	34.5	31.6	—	—	24.0	25.7	24.8
19	14.8	21.3	29.7	36.7	35.6	37.6	40.3	40.8	44.8	45.6	44.3	36.7	36.0	35.8	32.9	—	—	24.2	25.7	25.1
20	16.3	22.1	31.0	—	37.2	39.3	42.3	41.3	46.6	47.3	44.7	37.6	36.7	36.7	34.3	—	—	24.8	25.9	25.6
21	18.3	23.6	32.4	—	39.2	40.7	44.1	42.2	49.6	49.1	45.0	38.7	37.4	38.6	35.5	—	—	25.7	26.8	26.4
22	19.8	24.9	35.3	—	40.6	41.8	46.3	43.1	51.9	51.3	45.4	38.9	38.4	39.5	36.2	—	—	26.6	27.7	26.6
23	22.5	27.0	37.0	—	42.0	42.6	47.2	43.6	55.6	47.9	45.8	40.4	38.9	40.4	36.4	—	—	27.0	28.6	27.6

Mittl. Greenwicher Zeit	Mai 1889							Juni 1889					Juli 1889							
	19.	20.	21.	22.	29.	30.	31.	1.	27.	28.	29.	30.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
0^h	—	32.4	38.4	41.0	34.6	34.9	38.9	37.5	28.1	33.6	38.4	37.0	36.3	31.2	30.9	30.2	29.9	23.5	14.5	20.5
1	—	35.1	39.6	42.1	35.8	35.4	38.8	37.9	28.4	33.7	38.2	37.6	37.1	31.8	31.9	31.1	30.2	23.9	16.5	21.5
2	—	35.8	40.7	42.6	37.6	35.6	38.6	37.8	28.7	33.7	38.0	38.0	37.1	31.2	32.7	31.9	30.9	25.8	17.8	22.6
3	—	36.0	41.5	43.6	36.9	36.3	37.5	37.7	28.8	33.9	37.9	37.9	36.2	30.6	32.9	31.9	32.0	26.1	16.6	23.6
4	—	35.6	41.6	—	35.9	36.1	37.1	36.9	28.4	34.1	37.1	37.4	35.3	29.0	32.7	31.4	32.1	25.7	16.9	23.9
5	—	34.7	41.7	—	32.6	36.6	35.3	—	28.6	34.6	37.0	36.5	34.3	28.1	32.7	31.5	32.2	25.7	15.9	23.3
6	—	34.6	42.1	—	32.1	35.1	31.7	—	28.8	34.9	37.2	36.5	33.4	27.6	32.8	31.6	31.8	25.4	15.4	22.6
7	—	33.8	40.7	—	31.6	34.3	32.4	—	28.9	33.8	35.7	35.2	32.4	27.0	31.9	30.3	30.0	24.0	14.6	22.3
8	—	33.5	38.9	—	30.6	33.0	31.7	—	28.2	32.2	34.0	34.0	31.4	26.6	29.5	28.3	28.2	21.5	14.1	21.3
9	—	33.3	37.3	—	29.9	32.3	30.7	—	26.8	31.6	33.3	33.3	30.5	26.4	28.0	27.0	27.1	19.8	13.3	20.1
10	—	32.6	36.0	—	30.3	31.6	31.1	—	26.4	31.4	33.0	32.4	29.5	26.4	26.6	26.9	26.3	18.0	12.8	19.3
11	—	32.2	34.8	—	30.1	31.2	29.7	—	26.6	31.2	32.9	32.0	28.6	25.8	25.6	26.4	25.3	16.5	12.3	18.8
12	—	31.6	33.8	—	29.6	31.1	30.2	—	26.2	30.9	32.1	31.4	27.6	25.1	25.3	26.0	24.0	15.1	11.9	17.6
13	25.6	31.1	33.3	—	28.7	30.1	30.5	—	25.4	30.4	31.6	30.9	26.6	25.1	24.6	25.3	23.5	14.0	11.6	17.0
14	25.6	30.6	32.5	33.3	27.6	29.3	29.7	—	24.3	29.6	30.8	29.8	26.0	24.7	24.5	25.5	22.8	13.4	11.2	15.8
15	25.7	29.9	32.0	33.2	27.3	27.9	29.0	—	24.1	29.0	29.8	28.8	25.6	24.0	24.2	25.5	22.3	13.0	11.1	15.5
16	25.6	29.6	32.0	33.6	27.1	27.6	28.8	—	24.8	29.1	29.2	28.2	24.8	24.0	24.8	25.7	22.1	12.6	11.2	15.7
17	25.5	30.6	33.3	34.7	27.1	28.8	30.4	—	25.5	30.5	29.7	28.3	24.3	24.3	24.9	25.7	22.0	12.5	11.7	17.4
18	25.5	32.8	36.3	37.3	27.6	31.6	33.8	—	26.3	32.9	31.3	29.3	24.4	25.1	27.3	26.5	23.4	12.7	12.6	20.4
19	25.9	34.4	37.5	—	29.5	33.0	35.4	—	28.1	34.0	32.8	29.8	26.0	26.3	29.0	27.9	24.7	13.3	14.2	22.2
20	27.3	35.6	38.3	—	30.7	33.9	36.4	—	30.0	35.5	34.2	31.7	26.3	28.0	29.3	28.6	26.0	14.1	15.7	23.4
21	28.4	36.6	39.2	—	32.9	34.1	36.9	—	31.9	36.6	35.2	33.6	27.6	29.0	29.7	29.4	26.9	15.1	17.6	25.8
22	28.6	37.4	39.7	—	33.9	36.0	37.3	—	33.1	37.6	35.9	35.4	28.4	29.3	29.4	29.5	27.6	16.3	17.9	27.2
23	29.9	38.0	40.3	—	34.6	37.6	37.5	—	33.4	38.3	36.5	36.0	29.6	29.6	29.8	29.7	24.3	14.5	19.3	25.9

Mittl. Greenwicher Zeit	Juli 1889																			
	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.
0^h	26.7	27 3	32.8	33.9	28 8	21 0	22.9	19.1	14.3	14.6	23 5	24.5	24.0	21.0	23.2	20.9	10.5	10.0	18.3	27.8
1	27.5	27.9	33 3	33.9	28.7	21.6	23.8	18.3	16.2	15.8	23.3	24.9	23.5	20.2	23.2	19.2	10.3	11.4	20.0	28.9
2	28.2	28.9	34.0	33.1	28.2	21.8	22 6	20.1	14.8	16 3	25.0	26.1	24.0	21.7	23 8	20.0	11.5	12.3	19.1	28.6
3	28.7	29.9	35.0	33.0	27.2	22.0	22.1	19.0	13.2	17.3	26.5	27 5	25.2	22 3	24 0	20.5	11.9	12.7	20.2	28.0
4	28.8	30.4	35.1	32.6	25.6	20.8	23.4	19.5	11.9	17.8	26.5	29.5	25 9	24.2	23.7	21.3	11.1	13.5	20.4	27.9
5	29.7	30.3	34.7	31.3	25.2	20.0	22.2	19.6	10.3	17.9	26.7	28.0	26.6	24.2	22.5	21.1	11.3	14.3	20.4	27.1
6	30.6	29.7	35.4	30.3	23.3	18.4	21.3	20.0	8.8	18.2	25.7	27.5	25.3	23.8	22.0	21.8	11.1	14.1	21.3	26.3
7	30.1	28.8	35.0	29.5	22.0	17.7	20.4	18.5	7.4	16.9	24 3	26.7	24.9	23.4	21.2	21.1	10.9	12 7	20.3	25.4
8	28.1	27.9	33.3	28.7	21.1	16.3	19.5	17.1	7.5	15.9	23.1	25.1	23.2	22.4	20.1	19.5	10.2	11.9	18.9	25.0
9	26.8	26.5	32.2	28.5	21.1	16.2	18.4	15.6	7.0	14.9	22.6	24.2	21.4	21.5	19.2	18 4	9.6	11.6	18.9	24.1
10	25.1	25.5	31.3	27.6	19.6	16.3	17.9	14.6	7.8	14.2	22.1	23.6	20.5	20.0	18.6	17.4	9.0	11.2	19.1	23.2
11	23.6	25.0	29.6	26.8	18.7	16.3	17.7	13.5	8.1	14.0	21.2	23.2	19.2	18.8	17.9	16.3	7.6	10.7	19.2	23.1
12	22.1	23.8	27.3	25.9	18.0	16.1	17.0	12 5	8.5	13.6	20.8	22.2	18.3	17.9	17 0	15.4	6.1	9.6	18.8	23 6
13	21.0	22.8	26.1	24 9	17.7	16.0	16.7	12.4	8 4	13.6	20 5	21.1	17.4	17.4	15.7	14.3	5.2	8.6	18.6	23.3
14	20.3	22.1	25.4	23.8	17.3	15.9	16.1	11.8	7.4	13.7	20.2	20.3	17.0	16.4	14.6	13 6	4.5	7.9	18 4	22.3
15	19.0	22.4	24.5	23.0	16.5	14.7	15.3	11.1	7.9	13.7	20.0	20.2	16.9	15.5	13.7	13.0	4.2	8 0	18.2	21 6
16	18.2	22.0	24.6	23.1	15.2	14.3	14.1	10.7	7.8	13 8	20.3	20.1	16.5	15.2	13.5	12.7	3.6	8.1	18.1	21.3
17	18.9	23.0	24.7	23.6	15.2	14.9	13.4	10.9	8.1	14.2	20.4	20.1	16.7	16.0	14.2	12.8	3.4	9.0	18.2	21.3
18	19.0	24.0	26.5	24.5	15.1	17.1	13.0	11.3	9.2	14.2	21.3	20.2	16.3	17.8	15.1	12.8	3.7	10.6	18.9	22.3
19	19.4	25.6	28.9	25.8	15.1	18.8	13.1	12.9	9.8	15.7	22.9	19.6	16.9	19.5	16.4	13.0	6.2	12.7	20.5	23.8
20	21.8	26.7	30.3	27.6	15 8	19.7	14.9	14 2	9.9	17.7	22.4	21.3	18.7	21.1	17.8	13.5	8.5	15.1	21.5	24.5
21	24.0	29.2	32.1	29.4	17.3	20.5	16.1	16.5	11.9	19.3	24.2	22.4	20.4	22.1	19.1	12.6	9.2	16.4	23.6	25.0
22	25.7	31.1	32.7	30.0	18.7	21.3	16.3	16.3	14.2	21.0	25.1	23.3	19.3	22 3	20.1	11 8	9.9	17.6	25.6	26.6
23	27.0	32.3	32.9	29.1	20.4	22.1	17.3	14.9	14.3	22.9	25.8	22.9	20.2	23.1	19.6	10.9	10.0	18.6	26.8	28.2

Mittl. Greenwicher Zeit	Juli 1889			August 1889															
	29.	30.	31.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
0^h	29.3	31.2	33.9	30.9	31.0	37.2	42.6	34.4	38.0	33.7	42.4	42.8	38.8	34.1	34.5	45.9	42.7	40.3	42.7	42.3
1	28.9	31.6	33.4	31.6	33.1	37.3	43.5	35.6	37.8	35.7	42.5	43.5	40.0	33.5	36.0	46.6	43.5	40.6	44.7	44.3
2	30.2	32.2	33.5	32.3	35.2	36.9	44.1	37.4	38.9	35.8	42.5	43.6	40.8	35.1	36.1	46.4	44.0	40.9	45.4	45.1
3	29.9	31.4	33.0	32.8	36.4	36.6	44.9	37.8	39.0	37.0	42.8	43.4	40 5	35.8	35.7	45.5	43 8	40.7	45 9	45.8
4	29.3	30.9	32.2	32.5	36.9	36.0	44.8	37.1	39.0	37.9	42.7	42.7	40.6	35.4	34.6	44.5	43.0	40.0	45.7	45.7
5	28.4	29.9	31.2	31.4	37.1	35.0	43.8	36.9	38.3	38.0	41.8	41.2	40.8	34.0	33.9	43.5	39.6	38.7	44.1	44.9
6	27.1	28.7	32.2	31.5	36.9	24.1	43.4	36.4	38.7	37.1	42.3	39.7	41.2	33.4	33.7	42 6	39.0	38.4	44.1	43.9
7	26.2	27.9	30.9	30.1	36.2	33.7	40.9	35.1	37.0	36.6	40.8	38.7	39.3	32.3	33.1	40.9	38.1	36.7	42.2	42.8
8	25.5	27.2	28.6	29.0	35.4	33.2	39.5	34.0	35.3	36.4	39.7	38.4	38.1	31.5	33.0	40.6	37.5	35.2	40.9	41.7
9	25.1	26.8	27.4	28.1	34.6	32.9	38.7	33.4	33 9	35.8	38.6	37.4	37.7	30.7	32.5	39.9	37.2	34.7	40.3	41.0
10	24.9	26.2	26.4	27.4	34.2	32.7	37.3	32.4	33.0	35.7	37.4	36.7	37.0	29.9	32.3	39.4	37.0	33.9	39.1	40.2
11	24.7	25.9	25.7	27.0	33.7	32.8	36.0	31.7	32.3	34.9	36.4	36.1	35.9	29.8	32.7	39.4	37.0	33.5	37.8	40.4
12	24.5	25.6	25.3	26.3	33.3	32.7	34.8	30.8	31.4	34.5	35.1	35.4	35.6	28.9	33.4	39.2	36.9	33.0	37.1	40.7
13	23.9	25.6	24.6	25.8	33.4	32.8	33.8	30.7	30.6	34.2	34.4	34.4	34.7	27.9	33.7	39.2	36.8	32.5	36.3	40.6
14	23.4	25 3	25.1	25.1	33.0	33.0	33.1	29.8	29.8	34.1	33.9	33.5	33.6	26.4	33.7	38.8	36.2	32.4	36.2	40.1
15	22.9	24 6	24 3	24.5	32 3	33.4	32.8	29.4	29.7	33.7	33.1	32.5	32.4	25.5	33 1	38.1	35.5	32 0	35.8	40.0
16	22.3	24.2	23.4	23.9	31.9	33.6	33.2	29.0	29.1	33.8	32.4	32.1	31.8	24.7	32.8	37.4	34.5	32.4	35.0	40.2
17	22.2	24.2	23.6	23.6	31.7	33.8	32.8	29.6	29.4	34 6	32.4	31.4	31 4	25.5	33.4	37 2	33.7	32.7	34.8	40.6
18	23.2	25.5	25.5	23.8	32.2	34.8	33.6	30.8	30.7	36 2	33.5	31.4	31.0	26.3	34.7	38.2	33.3	33.9	34.8	41.2
19	25.0	26.9	26.9	24.9	32.3	35.5	34.8	32.0	32.2	38.2	35.8	31.6	30.8	27.9	36.8	38.8	34.0	35.5	35.9	42.5
20	26.5	28.5	28.4	24.2	34.4	36.4	34.8	33.2	33.7	38.7	38.1	33.8	31.9	29.7	38 7	39.6	35.3	37.6	36.8	44.4
21	27.2	30.0	29.5	24.0	35.9	38.6	35.3	34 7	34.4	40.5	39.9	34.8	33.2	31.6	40.5	41.1	37.5	39.5	38.5	45.6
22	28.9	31.3	30.0	26.3	36.4	40.0	35.0	36.2	34.6	41.4	40.9	35.7	33.5	33.5	42.6	41.8	39.0	40.6	40.0	46.4
23	30.2	32.8	30.4	29.1	36.9	41.2	34 3	37.6	34.7	42.0	42.1	38.2	33.2	33.6	44.6	42.0	39.8	41.8	40.8	47.5

Mittl. Greenwicher Zeit	August 1889														September 1889					
	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
0^h	48.6	45.6	30.9	29.8	17.7	28.8	26.4	23.7	24.5	32.9	35.2	42.0	43.1	44.0	42.5	39.8	38.7	40.1	40.6	41.1
1	49.3	45.2	31.5	30.4	16.7	29.5	25.6	24.5	25.8	33.5	36.5	43.4	44.3	44.7	42.9	40.4	39.6	41.0	41.4	41.3
2	50.1	44.7	30.0	30.0	18.2	29.5	23.8	24.4	25.8	33.0	36.0	44.4	45.0	45.2	43.0	41.0	41.2	41.5	41.9	41.8
3	51.0	44.9	28.8	29.5	19.6	28.3	23.5	23.8	26.4	33.6	35.6	44.6	44.8	45.0	43.2	41.1	41.0	41.8	42.3	41.7
4	50.5	43.7	28.5	28.2	20.0	28.2	23.4	23.5	25.7	33.2	34.8	43.9	44.1	44.0	42.4	40.3	40.7	42.2	42.0	41.4
5	49.8	42.6	27.4	26.8	20.0	26.8	22.7	23.6	25.1	32.3	34.0	43.0	43.1	43.1	41.0	39.5	40.0	41.8	41.7	41.1
6	49.2	41.2	27.2	25.2	20.3	26.3	21.5	22.7	26.1	31.6	33.7	42.6	42.3	42.4	40.0	38.8	38.9	40.9	41.1	40.5
7	47.8	38.7	26.8	23.7	20.4	25.6	20.9	22.1	25.2	30.9	33.4	41.7	41.5	41.6	39.4	37.9	38.1	40.4	40.9	40.3
8	46.4	36.7	26.0	22.0	20.0	24.9	20.7	21.2	25.0	31.0	33.2	40.8	40.7	41.1	39.0	37.5	37.2	39.8	40.3	40.0
9	45.3	35.8	24.9	20.4	19.8	24.2	20.4	20.3	24.7	30.7	33.0	40.0	40.2	40.6	38.7	37.1	36.8	38.9	39.3	39.7
10	44.1	36.3	23.9	18.6	19.4	23.7	19.7	19.9	24.8	30.3	33.5	39.3	40.0	40.2	38.4	36.6	36.1	38.2	38.6	39.4
11	42.8	35.6	23.0	17.2	19.1	22.9	19.4	19.6	24.4	30.5	33.9	38.9	39.6	39.8	38.0	35.8	35.4	36.7	37.8	39.1
12	41.8	33.8	22.9	16.4	19.0	21.8	18.5	19.0	23.7	30.7	34.1	38.2	39.1	39.4	37.7	35.1	34.8	36.5	37.0	38.3
13	41.2	32.2	23.0	15.4	19.0	20.9	17.6	18.4	23.7	30.7	34.3	37.7	38.8	39.3	36.8	34.5	34.0	35.9	36.5	37.7
14	41.0	30.8	23.7	14.0	19.0	20.5	17.3	17.6	23.4	30.2	34.4	37.0	38.4	39.1	36.7	33.9	33.9	35.3	36.2	37.1
15	40.7	29.7	23.8	13.7	18.9	20.4	16.9	17.2	23.1	29.3	33.8	36.1	37.8	38.9	36.4	33.6	33.7	34.7	35.7	36.5
16	40.0	28.2	23.5	13.3	18.8	19.9	16.7	16.8	22.9	29.1	32.9	35.3	37.1	38.7	35.6	33.1	33.8	34.4	35.5	36.4
17	39.6	27.9	24.0	13.7	18.7	19.2	16.6	17.1	23.2	29.5	32.3	34.9	36.5	38.5	35.0	32.6	34.1	34.6	35.6	36.4
18	40.6	28.0	24.7	14.5	20.2	19.8	17.0	17.3	23.9	30.0	32.8	35.7	36.9	38.7	35.2	33.3	34.5	35.6	36.5	37.1
19	41.5	28.0	25.6	15.3	22.7	20.7	17.7	18.4	25.8	31.2	34.7	37.3	38.8	39.7	36.7	34.2	35.3	37.0	38.0	38.2
20	42.9	27.9	26.7	16.3	25.0	22.2	19.2	20.0	28.1	31.9	36.5	38.6	40.7	40.7	38.1	35.2	36.0	38.2	39.7	39.6
21	43.4	28.0	28.5	17.4	26.5	24.3	20.4	22.1	30.2	33.0	37.8	39.6	41.7	41.2	38.7	36.4	37.7	38.6	40.6	40.5
22	43.7	29.2	28.4	15.9	27.4	25.8	21.3	23.9	31.6	33.9	39.0	40.7	42.6	41.8	38.8	37.3	39.1	39.1	40.7	41.2
23	45.3	30.6	29.2	17.4	28.2	26.8	22.1	25.9	32.0	35.1	40.6	42.0	43.3	42.0	39.5	38.0	39.7	40.0	41.1	41.7

Mittl. Greenwicher Zeit	September 1889																		
	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.
0^h	42.1	42.9	43.7	47.3	47.9	19.2	41.9	41.4	38.7	38.8	36.1	37 3	32 7	16.0	19.2	19 2	26.2	26.7	9.6
1	41.7	42 2	43.9	48.6	48 4	19.6	41.9	42.1	39.4	39.7	36.9	39 2	32.5	16.9	19.8	19.5	25.9	26.4	9.4
2	42 7	41 9	43.6	48 9	48.7	49.7	41.7	42.1	39.8	39.7	37.5	40.4	32 1	16.3	19.5	20.4	26.9	25.6	9.4
3	41.7	41.9	43.7	48.7	48.4	49 1	11.4	10.7	39 7	39.8	37.2	40.4	31.7	16.6	18.3	19.5	26.3	24.1	9.5
4	41.1	41.3	43.6	48.0	48 4	49.0	39.8	39 9	38.6	39.6	36.7	40.0	30.7	15.5	17.6	19.0	25.6	22.9	10.3
5	40 8	40.4	43.4	47.3	48.3	46.5	38.8	38 7	37.5	37.8	35 7	39.4	29.4	15.3	17.2	18.7	24.6	21.8	10.4
6	40.1	40.4	42.9	46 4	47.0	45 1	38.1	37.0	36 0	36.8	34 9	38.6	28.2	15.3	16.8	18.3	23.6	20.5	10.9
7	40 2	39.9	42 6	45.6	46 1	43.8	37.9	37 0	35.7	36.0	34 6	38.0	27.5	15.7	16.7	18.4	23.3	16.7	12.1
8	40.0	39 8	42.0	44 8	45.9	43.1	37.1	35 7	35.7	35.0	31.1	36 2	26.2	16.0	16.6	18.7	23 4	15.0	13.1
9	40.1	40.1	41.9	44.4	45.0	42.7	36.6	35.6	35.4	31 3	34 6	35.0	24.0	16.0	15.8	18.4	23.0	13.9	14.6
10	40.0	40.4	41.8	44.0	44.5	42.4	35.7	35.2	34 1	33.7	33 8	34.0	22.1	15.4	15.7	18.2	22.8	12.7	15.3
11	39.9	40.2	42.2	43.8	43.9	41.8	36.0	34.6	35.3	33.5	32.6	32.9	20.0	15.1	14.3	17.9	22.1	11.3	16.5
12	39 4	39.7	41.8	43.4	44.2	41.1	36.0	34 4	35.2	33 6	32.1	32 3	18.4	15.0	13.6	17.6	21.6	10.4	17.2
13	38.7	38.4	40.8	43.1	43.7	41.2	35.9	34.3	34.9	32.8	32.3	31.6	18.8	15.1	12.6	17.0	20.9	9.9	17.2
14	38 2	37.6	39.8	43.0	43.2	41.4	35.7	31.1	34.8	33.2	32.1	30.9	16.6	14.8	11.6	16.9	21.0	9.5	17.0
15	37.7	37.0	39.0	42.6	42.7	40 1	35.4	33.9	34.1	32.5	31.8	30.4	15.7	14.5	11.1	16.7	20.8	8.9	17.0
16	37.4	36.8	38.7	42.1	42.1	39 3	34.7	34.6	33.8	32.3	31.7	29.5	14.5	14.1	10.7	16.8	20.7	8.7	17.0
17	37 0	36.2	38.1	41.9	42.5	38 7	33 0	34.3	32.7	31.8	32.0	28.1	14.6	14.2	10.7	16.9	20.5	8.4	17.1
18	37.2	36.7	39.1	42.1	42.6	38.9	33.2	34.4	32.0	31.6	32.7	28.4	13.8	14.9	10.8	17.4	21.0	8.1	17.3
19	37.7	38.3	39.9	42.8	42.7	39.8	34.8	35.4	33.0	33.0	33.7	28.6	14.4	15.1	12.5	18.8	21.7	8.2	18.7
20	39.0	39.8	41.4	43.9	42.8	41.0	36.2	36.3	34.4	33.9	35.1	29.7	15.7	16.7	14.2	20.7	23.4	8.6	20.7
21	40.0	41.2	42.9	45.4	44.9	42 4	37.1	36.9	36.9	34.7	35.9	30.3	15.1	18.8	15.8	22.0	24.1	9.1	22.4
22	41.1	42.1	44 6	46.9	45.8	42.8	38.7	37.4	37.9	35.0	36.1	30.9	15.1	18.4	16.4	22.9	24.8	9.2	24.5
23	42 3	43.4	46.0	47.5	47.6	42.1	40.3	37.8	38.5	35.7	36.7	31.7	14.9	18.5	18.3	24.6	26.0	10.2	26.3

2. Beobachtungen in Potsdam.

Das astrophysikalische Observatorium in Potsdam besitzt bekanntlich eine Brunnenanlage, welche auch für wissenschaftliche Beobachtungen verwerthet werden kann, da in einer Tiefe von etwa 25 m seitlich vom Brunnenschacht eine ziemlich geräumige Kammer vorhanden ist. Dieser Raum, welcher sich durch eine nahezu vollkommene Constanz der Temperatur[1]) auszeichnet, war, als ich die Vorbereitungen zu den Beobachtungen traf, zwar nicht im Gebrauch, die Feuchtigkeit in demselben ist aber so gross, dass ich Bedenken trug, denselben zu benutzen. Dazu kommt, dass die Beobachtungsmethode die Unterhaltung einer beständig brennenden Lampe nothwendig macht, wodurch in dem schlecht ventilirten Raume der Vortheil der sehr constanten Temperatur beziehungsweise der Gleichmässigkeit der inneren Temperatur des Raumes und derjenigen des umgebenden Erdreichs aufgehoben worden wäre. Ungeachtet dieser Uebelstände würde ich es nicht unterlassen haben, wenigstens eine kurze Reihe von Beobachtungen in diesem Raume auszuführen, wenn nicht Umstände anderer Art hinderlich gewesen wären.

Aus diesen Gründen wurde der ebenfalls unbenutzte und in jeder Hinsicht geeignete Keller unter der Ostkuppel des Instituts, welcher besonders für Beobachtungen, die eine constante Temperatur erheischen, eingerichtet worden ist, vorgezogen. Derselbe erleichtert zugleich durch seine Lage und bequeme Verbindung mit den bewohnten Souterrainräumen die Bedienung und Controle des Apparates.

Die Fig. 3 und 4 stellen einen Grundriss und einen Durchschnitt dieses Raumes dar. Das innere Gewölbe A von 5 m Durchmesser und 2.5 m Maximalhöhe dient zur Aufstellung des Horizontalpendels, während Registrirwerk und Lampe, beziehungsweise Fernrohr und Scala, in dem Durchgange nach dem anstossenden Keller B ihren Platz finden. Die Räume B und A sind durch eine Thür getrennt, die thürartige Oeffnung des inneren Raumes lässt sich ferner durch eine starke mit Weissblech beschlagene Holzwand versetzen,

[1]) Vergl. Nr. 64.

welche nur zwei kleine Oeffnungen für den Hin- und Hergang der Lichtstrahlen besitzt. Auf diese Weise ist ein nahezu geschlossener Raum für den Pendelapparat hergestellt.

Im Innern desselben, nahe der Mitte, befindet sich der Pfeiler *a* (Fig. 5) von 0.80 m Höhe und 0.60 m Seitenlänge. Derselbe ist 0.90 m tief fundirt, und die Erde ist ringsherum bis zu einem Abstande von etwa 0.40 m ausgehoben. Ein auf dem gemauerten Fussboden aufliegender Holzkasten bedeckt diese Grube vollständig und umschliesst den Pfeiler mit 1 cm Abstand, ohne ihn irgendwo zu berühren. Der obere Theil des Kastens erhebt sich ungefähr 0.40 m über die Pfeilerfläche und lässt sich von dem unteren Theile abheben. Er enthält nur ein kleines durch ein Planglas verschlossenes Fenster und ist ebenfalls ganz mit Weissblech benagelt. Dies geschah, um nach den von Professor Vogel gemachten Erfahrungen (Astr. Nachr. 2815) den Apparat vor Wärmestrahlung zu schützen. Der ganze Pfeiler nebst dem Apparat befindet sich daher in einem abgeschlossenen Raume. Da ausserdem der durch ein starkes doppeltes Gewölbe umgebene Keller auf der Ost-, Süd- und Westseite bis ungefähr zur Höhe der Decke mit Erde beschüttet ist, so ist der unter dem Kasten befindliche Pendelapparat gegen Wärmestrahlung und den Effect der äusseren Temperaturschwankungen nach Möglichkeit gesichert. Nach oben communicirt der Keller *A* mit der darüber liegenden Bibliothek durch eine Oeffnung der Decke, die indessen während der Dauer der Beobachtungen durch doppelte starke Holzplatten verschlossen wurde.

Die Pfeiler *b* und *c* dienen zur Aufstellung der Lampe und der Registrirwalze, sie sind von *a* etwa 4.7 m entfernt. *a* ist in Backsteinen und Cement aufgeführt und hat bis zum Beginn der Beobachtungen ungefähr 5 Monate Zeit zum Austrocknen gehabt.

Die Aufstellung geschah in folgender Weise. Nachdem das Stativ auf dem Hauptpfeiler nach der Meridianrichtung orientirt war, wurden die Unterlageplatten der Füsse festgegypst und darauf das Pendel eingehängt und durch die Glasglocke abgeschlossen. Da die Entfernung der Lichtquelle von der Linse ungefähr gleich der Brennweite derselben ist, so entsteht das Spaltbild nahe in derselben Entfernung. Eine genauere Bestimmung des Brennpunktes der chemischen Strahlen durch Versuch ergab einen Unterschied desselben

gegen den optischen von 16 cm. Hierauf wurde die gewünschte Schwingungsdauer hergestellt und durch Aenderung der Höhe des Spalts (d. h. der Lampe) das bewegliche Bild im verticalen Sinne mitten auf die Walze gebracht. Mittelst der Correctionsvorrichtungen wurde dann das vom festen Spiegel herrührende Bild auf die gleiche Höhe, und nachdem es als Nullpunkt für die Bestimmung der Schwingungsdauer gedient hatte, durch horizontale Bewegung über den Rand des kleinen Lichtschirmes gestellt. Schliesslich wurde die Cylinderlinse berichtigt, und damit war der Apparat justirt. Lampe und Walze wurden der Sicherheit halber ebenfalls festgegypst. Bei späteren Bestimmungen der Schwingungsdauer konnte das Pendel dadurch in Bewegung gesetzt werden, dass man seitlich neben den Pfeiler trat. Der dadurch ausgeübte Druck lenkte sofort das Pendel ab. Von der Benutzung eines Luftstromes zu diesem Zwecke sah ich ab und liess, um jede Störung zu vermeiden, die Oeffnung am Stativ verschliessen.

Wenn es sich während der Beobachtungen bei zu starker Bewegung des beweglichen Punktes als nothwendig erwies, seine Lage mittelst der seitlichen Fussschrauben zu corrigiren, so konnte man zu diesen, ohne den Kasten abzuheben, durch das kleine Fenster gelangen. Temperaturablesungen wurden im Vorraume bei jedem Bogenwechsel, im Gewölbe aber nur dann gemacht, wenn dasselbe betreten werden musste. Solche Störungen wurden aber möglichst zu vermeiden gesucht. Der Lampenwechsel geschah in der Regel gegen 6^h Morgens und Abends, durch denselben wurde das Pendel nicht beeinflusst, und die Momente des Wechselns sind auf den Curven meist gar nicht zu erkennen.

Bei den ersten Registrirbeobachtungen im Februar 1889 war das Pendel äusserst unruhig und hörte fast nie zu schwingen auf, so dass statt der Curve ein oft breites schattirtes Band entstand, welches zwar eine gute Vorstellung von dem jedesmaligen Zustande der Unruhe gab, aber für die später vorzunehmenden Ablesungen Nachtheile bot. Damals wurde diese Erscheinung auf den directen Einfluss des Windes zurückgeführt, welchem der sich über dem Keller erhebende Thurm besonders im Winter ausgesetzt ist, und es wurde angenommen, dass durch den seitlichen Druck des Windes auch geringe Schwankungen der Fundamente verursacht würden. Spätere Wahrnehmungen haben ergeben, dass diese Erklärung nur insoweit richtig ist, als es sich in der That um einen Einfluss des Windes handelt, welcher durch die Reibung

an der Erdoberfläche zu Zeiten lange anhaltende, über weite Gebiete sich erstreckende Vibrationen erzeugt.

Um nun diese störende Erscheinung zu beseitigen, wurde versucht, eine Dämpfung der Schwingungen einzuführen. Nahe dem freien Ende des Pendels wurde eine fein zugespitzte Messinglamelle angelöthet, welche nach unten in ein kleines flaches Gefäss mit Glycerin tauchte. Schon ein Eintauchen der Spitze um 1 mm genügte, um eine vollständige Dämpfung der Schwingungen herbeizuführen. Nach Ablauf einiger Zeit wurde aber festgestellt, dass der Widerstand, vermuthlich in Folge Anziehens von Wasser durch das Glycerin, zunahm und dass eine störende Beeinflussung der Gleichgewichtslage des Pendels eintrat, welche den Beobachtungen jeden Werth nahm. Wie aus den Photogrammen von März 20. bis 24. zu erkennen ist, fand nach der Einstellung des beweglichen Punktes auf eine bestimmte Stelle der Walze eine langsame Nachwirkung statt, durch welche das Pendel ganz allmählich in eine neue Gleichgewichtslage übergeführt wurde. Diese Bewegung, welche vollkommen stetig vor sich ging und in einem Falle (März 23.) mehr als 12^h andauerte, glaubte ich nur einem Einflusse der Gefässwände auf das überaus leicht bewegliche Pendel zuschreiben zu können, und es blieb daher nichts Anderes übrig, als die Dämpfung zu beseitigen und das Pendel frei schwingen zu lassen. Ich gestehe aber, dass obige Muthmaassung wenig befriedigt, da das Pendel so eingestellt war, dass die in das Glycerin eintauchende Spitze sich fast genau in der Mitte des Gefässes in einem Abstande von mindestens 50 mm von den Wänden desselben befand. Eine nähere Untersuchung über diese eigenthümliche Beeinflussung des Pendels dürfte nicht ohne Interesse sein. Da später eine geringere Empfindlichkeit angewandt wurde und so grosse Störungen, wie im Februar, nur selten eintraten, so sind die Curven im Allgemeinen ausreichend scharf ausgefallen, um eine genaue Messung der Ordinaten zu gestatten.

Unter den mit Dämpfung erhaltenen Beobachtungen möchte ich noch folgenden merkwürdigen Fall hervorheben. Am 11. Februar 7^h Abends wurde das Pendel justirt, die Schwingungsdauer betrug 15^s, so dass eine Aenderung der Ordinate von 1 mm einer Neigungungsveränderung der Achse von $0''.01677$ entsprach. Wie nun aus dem Photogramm dieses Tages zu ersehen ist, fand in Folge der eben erwähnten Nachwirkung eine grosse Veränderung der Lage

des Lichtpunktes statt, durch welche er binnen einigen Stunden über den Rand der Walze hinaus gebracht wurde. Ausserdem aber zeigt die Curve ein System von Wellen, welche, obwohl offenbar schon früher existirend, besonders in der Zeit zwischen $8^h\ 45^m$ und $10^h\ 40^m$ besonders deutlich sichtbar sind. Diese Wellen sind von auffallender Regelmässigkeit, haben bei einer durchschnittlichen Dauer von 9^m eine Amplitude von $0''.1$ und verschwinden um $10^h\ 40^m$ plötzlich. Eine Störung des Apparates von irgend welcher Art war ausgeschlossen. Da ferner, obwohl die Beobachtungen mit Glycerindämpfung noch längere Zeit hindurch fortgesetzt wurden, kein weiterer Fall dieser Art zu verzeichnen ist, so kann man auch die Dämpfung schwerlich als die Ursache ansehen, um so mehr, als es sich hier um einen periodisch veränderlichen Einfluss handelt. Es scheint daher zur Erklärung nur die Annahme übrig zu bleiben, dass an jenem Abend ein System von Wellen in der Erdoberfläche über das Potsdamer Observatorium hingezogen ist, welches wahrscheinlich mit einem entfernten Erdbeben in Zusammenhang stand und in Folge der angewandten Dämpfung in der Curve zu einer so schönen Darstellung gelangte. Wie die weiteren Beobachtungen ergeben haben, sind derartige Erschütterungswellen nichts seltenes, die Wilhelmshavener Beobachtungen zeigen vereinzelte Wellen fast an jedem Tage; obiges aber ist der einzige Fall, in welchem dieselben in so grosser Zahl und Regelmässigkeit wahrgenommen wurden und wir dürfen hieraus den Schluss ziehen, dass sich zu ihrem Studium die Anwendung von Dämpfung beim Pendel besonders empfehlen würde.

Wie schon erwähnt wurde, haben die unter diesen Bedingungen erhaltenen Beobachtungen leider nicht benutzt werden können; nach Beseitigung der Dämpfung wurde bis zum 7. Juni weiter registrirt, und die Beobachtungen wurden dann abgebrochen, da die Fortsetzung derselben in Wilhelmshaven durch die Feuchtigkeit des Kellers vereitelt wurde. Am 18. Juni wurde von Neuem zu registriren begonnen und bis gegen Ende September fortgefahren.

Um nun die erhaltenen Photogramme weiter zu verwerthen, wurden die Ordinaten der Curve zu Anfang jeder Stunde — die Uhr war nach mittlerer Greenwicher Zeit regulirt — durch Auflegen einer mit einem Netz versehenen Glasplatte abgelesen. Der Abstand je zweier Striche betrug 5 mm und die Ablesungen sind in Zehnteln dieser Einheit gegeben, so dass die Ordinaten

auf halbe Millimeter genau bekannt sind. Durch zahlreiche Messungen längerer Strecken der Stundenlinie wurde die Länge einer Stunde für den Potsdamer Apparat = 11.02 mm, für den Wilhelmshavener = 11.06 mm gefunden. Eine am unteren Rande der Glasplatte gezogene Horizontallinie ist demgemäss mit einer Theilung versehen, so dass bei der Bestimmung der Zeitmomente für hervorragende Stellen der Curve die Ablesungen auf 0.1 mm = 0.6^{m} genau erhalten wurden. Die thatsächliche Unsicherheit dieser Zeitbestimmungen ist aber eine viel grössere, so dass auch bei Anwendung grösster Sorgfalt dieselben um 2—3 Minuten fehlerhaft sein können. Die Bedeutung dieser Zeitangaben, deren Sicherheit bei der hier angewandten Beobachtungsmethode nur durch erhebliche Vergrösserung der Walzen bezw. der Rotationsgeschwindigkeit erhöht werden könnte, ist daher eine untergeordnete. Beim Auflegen der Bogen wurde in Potsdam jedesmal eine Uhrvergleichung vorgenommen. Vom 24. April an wurde die Uhr in genauer Uebereinstimmung mit Greenwicher Zeit erhalten. Für die stündlichen Ablesungen sind diese Correctionen von keiner Bedeutung, bei der Ermittelung der Zeitmomente von Störungen wurden sie dagegen berücksichtigt. Die beobachteten Temperaturen sind wie früher in einer Tabelle zusammengestellt. Bemerkenswerth ist, dass in der Zeit vom 18. Juni bis 24. September die Temperatur des inneren Raumes sich innerhalb 0.5° C. constant gezeigt hat.

Die Ermittelung der Reductionsconstanten für Potsdam leidet gleichfalls an einer gewissen Unsicherheit. T_0 wurde zu 0.4067^{s} bestimmt und der Abstand der Walze vom Spiegel war 4520 mm. Die Grösse T wurde zwar wiederholt, jedoch zu Anfang nicht häufig genug beobachtet, weil zunächst eine grössere Constanz dieses Elementes vorausgesetzt wurde. Die in den folgenden Zahlen ausgesprochene starke Veränderung von T zum Beginn der Beobachtungen dürfte darauf zurückzuführen sein, dass April 15 eine Unterbrechung derselben nothwendig wurde, bei welcher auch das Pendel herausgenommen, die Bestimmung der Schwingungsdauer aber vergessen wurde. Wenige Stunden später begannen die Registrirungen von Neuem, um die Continuität der Reihe durch Interpolation zu sichern. Später habe ich stets die Praxis verfolgt, die Schwingungsdauer erst einige Zeit nach dem Einhängen des Pendels zu bestimmen und dasselbe vorher wiederholt in stärkere Schwingungen zu versetzen, da hierbei vielleicht doch noch eine geringe Ver-

Temperaturen im Pendelraum (Potsdam).

Die Notirung der Temperaturen geschah beim Bogenwechsel.

t_1 Thermometer im Vorraum. t_2 Thermometer am Pendel (nur beim Betreten des Pendelraumes abzulesen).

Datum	t_1	t_2	Datum	t_1	t_2	Datum	t_1	t_2
1889 April 1.	+ 5.7°		1889 Mai 26.	+ 14.5°	+ 13.2°	1889 Aug. 1.	+ 17.6°	
3.	+ 6.1	+ 5.4°	28.	+ 14.7		3.	+ 17.8	
4.	+ 6.3		30.	+ 15.0		5.	+ 17.9	+ 16.7°
6.	+ 6.4		Juni 1.	—		7.	+ 18.0	
8.	+ 6.5		3.	+ 15.6		9.	+ 18.2	
10.	+ 6.5		5.	+ 16.2		11.	+ 18.1	
12.	+ 6.7	+ 5.8	18.	+ 17.0	+ 16.2	13.	+ 18.0	
14.	+ 6.8	+ 6.1	20.	+ 17.1		15.	+ 18.0	
16.	+ 7.2		22.	+ 17.4		17.	+ 17.9	
18.	+ 7.3		24.	+ 17.4		19.	+ 17.9	
20.	+ 7.8		26	+ 17.6		21.	+ 17.7	
22.	+ 7.6		28.	+ 17.8		23.	+ 17.9	
24.	+ 7.8		30.	+ 17.8		25.	+ 18.0	
26.	+ 8.3		Juli 2.	+ 17.8		27.	+ 17.9	
28.	+ 8.6		4.	+ 17.9		29.	+ 17.7	
30.	+ 9.2		6.	+ 18.0		31.	+ 17.6	
Mai 1.	+ 9.4		8.	+ 18.0		Sept. 2.	+ 17.8	
2.	+ 9.7		10.	+ 18.0		4.	+ 17.5	+ 16.7
4.	+ 10.6	+ 8.8	12.	+ 18.2		6.	+ 17.8	
6.	+ 10.6		14.	+ 18.2		8.	+ 17.6	
8.	+ 11.1		16.	+ 18.4		10.	+ 17.7	
10.	+ 11.6		18	+ 18.7		12.	+ 17.8	
12.	+ 12.1		20.	+ 18.4		14.	+ 17.6	
14.	+ 13.0	+ 11.2	22.	+ 18.3		16.	+ 17.4	
16.	+ 13.1	+ 11.6	24.	—		18.	+ 17.4	+ 16.4
18.	+ 13.3		26.	+ 17.4	+ 16.6	20	+ 17.1	
20.	+ 13.6		28.	+ 17.8		22.	+ 17.0	
22.	+ 14.0		30.	+ 17.6		24.	+ 16.7	
24.	+ 14.4							

setzung in den Lagern eintritt, bevor eine vollkommene Stabilität in dieser Hinsicht erreicht ist. Die Beobachtungen von T sind folgende:

April	1.	$T = 11.80^s$
Mai	14.	$T = 10.20$
Juni	18.	$T = 9.53$
August	5.	$T = 9.60$
September	4.	$T = 9.50$
„	18.	$T = 9.35$.

Von diesen habe ich selbst nur die dritte [1]) gemacht, die drei letzten verdanke ich Herrn Dr. Wilsing. Die Reductionsconstante wird hiernach für die erste Epoche sehr unsicher, ich habe dieselbe für die Beobachtungen von April 1. bis Juni 6. gleich

$$0.''192,$$

für die spätere Periode gleich

$$0.''209$$

angenommen. Die Unsicherheit des ersten Werthes kommt weniger in Betracht, da bei diesen Untersuchungen die genaue Uebertragung in Winkelwerth vorläufig von keiner so grossen Bedeutung war. Für die mittleren Ergebnisse dürfte das Mittel obiger Werthe

$$\mathbf{0.''200,}$$

eine ausreichende Annäherung an den wahren Werth darstellen. Für diesen Werth der Constante sind die linearen Verschiebungen des Lichtpunktes die 5156 malige Vergrösserung der correspondirenden linearen Bewegungen, welche die Spitze eines 1 m langen Bleilothes ausführt.

Mit Rücksicht auf die veränderte Stellung des Registrirapparates zum Pendel entspricht dem Wachsen der Ordinaten eine westlich gerichtete Bewegung des Pendels. Deshalb sind wegen der früheren Festsetzung alle Ablesungen als negativ anzusehen. Der Einfachheit wegen ist dies erst in den Endresultaten berücksichtigt.

Die ganze Beobachtungsreihe ist durch zwei Lücken im Juni und Juli unterbrochen. Erstere wurde bereits früher begründet, letztere entstand dadurch, dass wegen wiederholten Versagens der Uhr eine Unterbrechung behufs Revision derselben eintreten musste. Hiervon abgesehen sind die Beobachtungen innerhalb der drei Gruppen auf denselben Nullpunkt reducirt.

[1]) Ich konnte mich nur im Juni in Potsdam aufhalten.

Curven-Ablesungen, auf gemeinsamen Nullpunkt reducirt.

Bemerkung: Die Ablesungen wachsen, wenn das Pendel sich von Ost nach West bewegt.

Potsdam.

Mittl. Greenwicher Zeit	April 1889																			
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.
0^h	16.4	22.7	27.2	30.6	34.0	36.4	39.5	42.5	45.4	49.8	50.4	53.1	57.4	60.3	63.8	69.0	74.0	75.8	76.5	74.7
1	16.6	22.5	27.2	30.1	34.0	36.4	39.3	42.5	45.4	49.6	50.1	52.9	57.5	60.5	63.5	68.8	73.4	75.7	75.7	73.9
2	16.8	21.4	27.0	29.6	34.1	36.4	39.4	42.8	45.3	49.4	49.8	52.8	57.5	60.6	63.3	68.4	72.3	75.4	74.6	72.9
3	16.9	21.4	27.0	28.6	34.1	36.4	39.3	42.8	45.3	49.3	49.6	52.8	57.6	60.6	63.4	68.3	71.7	75.0	73.7	72.5
4	17.1	21.4	27.0	28.7	34.3	36.4	39.4	42.9	45.2	49.3	49.6	52.8	57.6	60.7	63.3	68.2	71.7	74.8	73.6	72.6
5	17.4	21.7	27.1	28.9	34.4	36.6	39.5	42.9	45.3	49.3	49.7	52.9	57.7	61.0	63.4	69.2	72.0	74.9	73.6	72.8
6	17.7	22.1	27.4	29.1	34.5	36.8	39.7	43.1	45.6	49.4	49.8	53.1	57.9	61.0	63.7	69.6	72.3	75.1	73.8	72.9
7	18.0	22.3	27.7	29.5	34.7	36.9	39.8	43.3	47.4	49.5	50.0	53.4	58.0	61.2	64.0	70.1	72.6	75.2	74.0	73.2
8	18.3	22.7	28.0	29.9	34.9	37.1	40.0	43.4	47.4	49.7	50.2	53.6	58.2	61.4	64.4	70.4	72 8	75.3	74.1	73.4
9	18.7	23.2	28.3	30.3	35.0	37.5	40.2	43.6	47.6	49.8	50.4	53.9	58.4	61.5	64.7	70.8	73.1	75.4	74.3	73.6
10	19.1	23.6	28.7	30.6	35.2	37.6	40.4	43.8	47.8	49.9	50.7	54.2	58.7	61.8	65.1	71.1	73.4	75.5	74.5	73.8
11	19.5	24.0	29.0	31.0	35.3	37.8	40.6	44.0	48.0	50.0	51.0	54.5	59.0	62.0	65.4	71.5	73.7	75.7	74.7	73.9
12	20.0	24.5	29.3	31.4	35.5	38.1	40.9	44.2	48.2	50.1	51.3	55.0	59.3	62.3	65.8	71.8	74.0	75.8	74.8	74.1
13	20.4	25.1	29.7	31.8	35.8	38.4	41.2	44.3	48.4	50.2	51.5	55.3	59.5	62.5	66.2	72.2	74.4	75.9	75.0	74.3
14	20.8	25.5	30.1	32.2	35.9	38.8	41.5	44.5	48.7	50.3	51.8	55.6	59.8	62.6	66.5	72.6	74.7	76.0	75.1	74.6
15	21.2	25.8	30.4	32.6	36.1	39.2	41.7	44.7	48.9	50.5	52.0	55.9	60.0	63.0	66.9	72.9	75.0	76.1	75.2	74.8
16	21.5	26.2	30.8	32.8	36.3	39.5	41.9	44.8	49.2	50.6	52.2	56.0	60.2	63.3	67.2	73.2	75.3	76 2	75.4	75.2
17	21.8	26.5	31.4	33.1	36.5	39.8	42.2	45.0	49.4	50.7	52.4	56.2	60.4	63.4	67.5	73.4	75.6	76.4	75.5	75.4
18	22.0	26.8	31.8	33.3	36.6	40.0	42.4	45.2	49.7	50.8	52.7	56.4	60.7	63.4	68.6	73.8	76.4	76.5	75.6	75.8
19	22.2	27.2	32.2	33.6	36.6	40.0	42.5	45.3	49.8	50.9	52.8	56.5	60.6	63.5	69.0	74.2	76.5	76.7	75.6	75.9
20	22.3	27.3	32.7	33.8	36.6	39.9	42.6	45.4	50.0	50.9	53.0	56.5	60.5	63.7	69.3	74.4	76.5	76.8	75.6	75.9
21	22.3	27.4	32.6	33.8	36.5	39.8	42.7	45.5	50.1	50.9	53.1	56.5	60.5	63.8	69.3	74.5	76.4	76.8	75.5	75.8
22	22.5	27.4	32.2	34.0	36.5	39.7	42.6	45.6	50.1	50.9	53.2	56.8	60.5	64.0	69.2	74.3	76.2	76.7	75.2	75.4
23	22.7	27.3	31.2	34.0	36.4	39.6	42.5	45.5	50.0	50.7	53.1	57.0	60.3	64.0	69.1	74.2	75.9	76.7	74.8	74.7

Mittl. Greenwicher Zeit	April 1889										Mai 1889									
	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
0^h	73.8	74.8	76.8	80.0	79.7	79.8	79.7	82.1	83.7	85.4	86.8	86.8	87.3	88.2	88.4	88.7	89.8	90.4	90.0	90.2
1	72.8	74.9	76.2	79.0	79.4	78.7	78.7	80.9	83.4	83.6	85.2	85.7	87.2	86.7	87.4	88.7	88.2	89.5	88.9	89.4
2	72.2	75.0	76.4	79.1	79.4	78.0	77.9	80.2	83.2	82.6	84.0	85.5	87.1	86.1	86.3	88.1	87.7	88.4	88.2	89.2
3	72.0	74.6	76.6	79.2	79.5	77.4	77.7	80.4	82.8	82.3	83.4	85.1	87.0	85.8	85.9	88.0	87.5	87.9	88.1	88.9
4	72.1	74.6	76.9	79.2	79.5	77.5	78.1	80.6	82.8	82.7	83.7	84.9	86.9	85.9	86.0	88.0	87.8	87.8	88.0	88.6
5	72.4	74.7	77.0	79.2	79.6	77.6	78.7	80.8	82.9	83.1	83.8	84.8	87.0	86.2	86.2	88.2	88.1	88.1	88.1	88.5
6	72.8	74.9	77.9	79.4	79.8	78.0	79.2	81.1	83.1	83.4	84.1	84.8	87.1	86.5	86.6	88.5	88.3	88.7	88.3	88.6
7	73.1	75.1	78.2	79.6	80.0	78.3	79.7	81.4	83.4	83.8	84.3	85.0	87.3	86.8	86.9	88.7	88.6	89.0	88.4	88.8
8	73.5	75.3	78.6	79.9	80.1	78.7	80.3	81.8	83.7	84.3	84.1	85.1	87.6	87.2	87.2	89.1	89.0	89.3	88.7	89.0
9	73.8	75.5	78.9	80.0	80.3	79.0	80.9	82.2	84.4	84.7	85.1	85.6	87.8	87.5	87.6	89.3	89.3	89.6	89.0	89.2
10	74.1	75.9	79.3	80.2	80.5	79.4	81.3	82.5	84.9	85.1	85.5	85.9	88.0	87.9	87.9	89.6	89.6	89.8	89.4	89.6
11	74.3	76.1	79.4	80.5	80.7	79.8	81.6	82.9	85.3	85.5	85.8	86.3	88.2	88.2	88.2	89.8	90.0	90.1	89.8	89.8
12	74.6	76.3	79.8	80.7	80.8	80.1	82.0	83.2	85.7	86 0	86.3	86.6	88.5	88.6	88.5	90.1	90.4	90.3	90.0	90.1
13	74.8	76.5	80.0	81.0	81.0	80.4	82.3	83.6	86.1	86.5	86.7	86.9	89.2	88.9	88.8	90.4	90.8	90.6	90.4	90.3
14	75.1	76.7	80.3	81.2	81.1	80.8	82.6	83.8	86.4	86.8	87.1	87.1	89.7	89.3	89.2	90.6	91.2	90.8	90.8	90.4
15	75.3	76.9	80.5	81.3	81.2	81.1	82.9	84.2	87.0	87.1	87.5	87.4	90.1	89.6	89.5	90.9	91.2	91.2	91.1	90.6
16	75.6	77.0	80.8	81.5	81.4	81.3	83.1	84.5	87.4	87.5	88.0	87.6	90.5	89.9	89.8	91.2	92.1	91.5	91.4	90.8
17	75.8	77.2	81.0	81.7	81.4	81.6	83.3	84.7	87.8	87.9	88.4	87.8	90.7	90.3	90.3	91.3	92.6	91.8	91.8	91.1
18	76.1	77.4	81.2	81.8	81.6	81.8	83.6	85.0	88.1	88.3	89.0	88.0	91.1	90.7	90.8	91.4	93.1	92.2	92.3	91.3
19	76.3	77.9	81.3	81.9	81.6	82.0	83.9	85.0	88.5	88.4	89.4	88.1	91.7	91.1	91.3	91.6	93.6	92.6	92.7	91.6
20	76.5	78.2	81.3	81.8	81.5	82.0	84.0	85.1	88.6	88.7	89.6	88.2	91.9	91.2	91.6	91.7	93.8	92.6	92.9	91.7
21	76.4	78.1	81.3	81.7	81.4	82.0	84.1	85.0	88.4	88.6	89.3	88.1	91.6	91.0	91.3	91.6	93.7	92.4	92.7	91.4
22	75.9	77.8	81.0	81.2	81.2	81.8	84.0	84.7	87.9	88.1	88.7	88.0	90.9	90.4	90.7	91.4	93.1	91.9	92.5	90.6
23	75.3	77.4	80.5	80.4	80.7	80.9	83.3	84.2	86.9	87.3	87.9	87.6	89.7	89.6	90.2	90.8	92.0	90.8	91.3	89.9

Mittl. Greenwicher Zeit	Mai 1889																			
	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.
0^h	88.5	91.0	90.8	87.7	85.1	84.5	83.9	82.9	81.8	79.5	76.7	75.8	72.5	71.8	70.7	69.2	64.4	60.8	59.2	58.5
1	87.8	91.1	89.7	86.8	84.6	84.5	83.4	81.6	81.7	78.0	75.4	74.5	71.3	70.5	69.6	68.2	63.4	60.6	58.4	57.9
2	87.1	90.6	88.7	86.1	83.8	84.3	83.2	80.8	81.6	77.0	74.7	73.3	70.5	69.6	69.1	67.7	62.4	60.1	58.0	57.5
3	86.6	90.1	88.3	85.8	83.3	83.9	82.9	80.4	81.5	76.7	74.2	72.9	70.0	69.3	68.7	67.2	61.8	59.8	57.7	57.2
4	86.6	89.9	88.2	85.7	83.2	83.8	82.8	80.5	81.4	76.6	74.3	73.0	70.2	69.3	68.9	67.0	61.7	59.6	57.7	57.1
5	87.0	90.2	88.4	85.7	83.1	83.8	82.7	80.6	81.3	76.7	74.5	73.1	70.2	69.5	69.1	66.9	61.6	59.4	57.8	57.0
6	87.4	90.3	88.6	85.8	83.1	83.9	82.8	80.9	81.3	76.7	74.6	73.3	70.3	69.5	69.2	66.8	61.6	59.3	57.8	56.9
7	87.7	90.4	88.7	85.8	83.2	83.9	82.9	81.1	81.4	77.0	74.8	73.4	70.5	69.7	69.3	66.9	61.6	59.3	57.8	57.0
8	87.9	90.6	88.9	86.0	83.3	84.0	83.0	81.3	81.4	77.3	75.1	73.2	70.7	69.9	69.4	66.9	61.7	59.3	57.8	57.1
9	88.2	90.8	89.1	86.1	83.4	84.0	83.1	81.4	81.5	77.5	75.3	73.9	70.9	70.1	69.5	66.9	61.9	59.3	57.9	57.1
10	88.4	91.1	89.3	86.2	83.5	84.0	83.2	81.6	81.5	77.7	75.8	74.1	71.2	70.4	69.8	67.0	62.3	59.3	58.0	57.3
11	88.6	91.4	89.5	86.4	83.6	84.1	83.5	81.7	81.6	77.8	76.6	74.3	71.8	70.7	69.9	67.1	62.6	59.4	58.1	57.4
12	89.1	91.6	89.7	86.5	83.4	84.1	83.6	81.9	81.6	78.0	76.8	74.5	72.0	70.9	70.2	67.0	62.8	59.5	58.3	57.5
13	89.3	91.9	90.0	86.6	83.5	84.2	84.0	82.1	81.6	78.2	77.0	74.7	72.4	71.1	70.4	66.9	63.1	59.6	58.5	57.8
14	89.5	92.1	90.2	86.8	83.7	84.4	84.2	82.3	81.6	78.5	77.3	74.9	72.7	71.3	70.5	66.9	63.3	59.7	58.6	57.9
15	89.6	92.3	90.5	86.9	83.9	84.6	84.5	82.5	81.7	78.8	77.5	75.2	73.0	71.5	70.7	66.8	63.5	59.8	58.8	58.0
16	89.8	92.6	90.6	87.0	84.0	84.7	84.8	82.7	81.7	79.1	77.8	75.4	73.4	71.7	70.7	67.0	63.7	59.9	58.9	58.1
17	89.9	92.8	90.9	87.1	84.1	84.8	85.0	82.7	81.8	79.4	78.1	75.7	73.6	72.0	71.0	67.1	64.0	59.9	59.2	58.2
18	90.0	93.2	91.2	87.2	84.3	84.9	85.3	82.7	81.8	79.8	78.6	76.0	73.8	72.3	71.0	67.1	64.3	60.0	59.4	58.4
19	90.2	93.6	91.3	87.0	84.5	84.9	85.5	82.8	81.8	80.1	78.9	76.0	74.2	72.9	71.0	67.2	64.3	60.1	59.6	58.6
20	90.5	93.8	91.2	86.8	84.6	84.8	85.6	82.8	81.7	80.2	79.0	76.0	74.3	73.2	70.9	67.5	64.3	60.1	59.8	58.7
21	90.8	93.8	91.1	86.5	84.6	84.7	85.3	82.5	81.5	79.9	78.7	75.7	74.2	73.2	70.7	67.3	64.3	60.0	59.6	58.5
22	91.0	93.2	90.5	86.2	84.5	84.5	84.8	82.3	81.3	79.3	78.2	75.0	73.7	72.8	70.3	66.9	62.9	59.9	59.7	58.0
23	91.0	92.1	89.9	85.8	84.4	84.3	84.0	82.0	80.4	78.3	77.1	73.9	73.1	72.0	69.2	66.0	61.7	59.6	58.7	57.2

Mittl. Greenwicher Zeit	Mai	Juni 1889																		
	31.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.
0^h	56.3	51.6	47.5	45.5	44.3	42.8	43.3	12.4	12.5	12.8	13.5	12.3	13.0	14.8	15.1	13.0	13.0	13.1	15.7	16.9
1	55.1	50.1	46.6	44.8	43.4	41.7	42.4	12.4	11.8	12.7	13.0	11.8	12.1	14.1	14.9	12.0	12.2	12.2	15.1	16.1
2	54.0	49.3	45.7	44.7	42.5	41.2	41.7	11.9	11.6	12.4	13.3	11.9	11.8	13.5	14.1	11.3	12.0	11.5	14.9	15.9
3	53.8	48.7	45.6	44.3	42.2	40.8	41.6	11.8	11.7	12.1	13.1	12.4	11.7	13.2	13.5	11.1	11.7	11.2	14.8	15.7
4	53.6	48.3	45.5	44.4	42.5	40.9	41.7	11.8	11.7	12.2	13.0	12.7	11.7	13.2	13.1	11.2	11.7	11.2	15.0	15.6
5	53.4	48.1	45.5	44.5	42.7	41.4	41.9	12.0	11.8	12.3	13.0	12.8	11.9	13.3	13.1	11.3	11.6	11.3	15.1	15.7
6	53.3	48.1	45.6	44.6	42.9	41.5	42.0	12.1	11.9	12.4	13.0	12.9	12.0	13.4	13.1	11.4	11.7	11.7	15.2	15.7
7	53.3	48.1	45.6	44.7	43.1	41.7	42.1	12.3	12.0	12.7	13.2	13.0	12.3	13.6	13.1	11.6	11.8	12.1	15.4	15.8
8	53.3	48.1	45.7	44.8	43.3	42.0	42.4	12.5	12.1	12.9	13.4	13.1	12.7	13.8	13.2	11.8	12.0	12.6	15.7	15.9
9	53.3	48.1	45.8	44.8	43.4	42.4	42.6	12.7	12.3	13.1	13.6	13.2	13.0	14.0	13.4	12.1	12.2	13.0	15.9	16.1
10	53.3	48.3	46.0	44.9	43.6	42.8	43.0	12.8	12.5	13.3	13.8	13.3	13.3	14.1	13.6	12.4	12.4	13.4	16.1	16.3
11	53.4	48.5	46.3	45.0	43.8	43.1	43.2	12.9	12.7	13.6	13.9	13.5	13.7	14.3	13.7	12.7	12.7	13.8	16.3	16.6
12	53.6	48.7	46.5	45.2	43.9	43.4	43.4	13.0	12.9	13.8	14.0	13.7	14.1	14.6	13.9	13.0	13.0	14.2	16.6	16.8
13	53.8	48.9	46.7	45.4	44.1	43.8	43.7	13.1	13.0	14.0	14.1	13.8	14.4	14.8	14.0	13.2	13.2	14.7	16.9	17.1
14	54.2	49.1	46.9	45.6	44.3	44.1	43.9	13.3	13.1	14.2	14.2	13.9	14.8	15.0	14.2	13.5	13.5	15.0	17.1	17.4
15	54.3	49.3	47.1	45.8	44.4	44.5	44.1	13.5	13.2	14.4	14.3	14.0	15.1	15.2	14.3	13.8	13.7	15.4	17.3	17.7
16	54.5	49.5	47.2	45.8	44.6	44.7	44.4	13.7	13.3	14.6	14.3	14.1	15.1	15.3	14.5	13.9	13.9	15.8	17.7	17.9
17	54.6	49.8	47.3	45.9	44.8	45.0	44.6	13.8	13.5	14.8	14.5	14.3	15.8	15.6	14.7	14.1	14.1	16.2	18.0	18.1
18	54.8	50.0	47.5	45.9	45.1	45.4	44.9	14.0	13.5	15.0	14.7	14.5	16.1	15.8	14.9	14.3	14.2	16.3	18.3	18.2
19	55.0	50.2	47.3	45.9	45.3	45.7	45.2	14.0	13.6	15.3	14.8	14.8	16.3	16.0	15.1	14.7	14.3	16.7	18.8	18.3
20	55.1	50.3	47.1	46.1	45.4	45.8	45.3	14.1	13.7	15.5	14.9	14.9	16.7	16.1	15.0	14.8	14.4	16.8	19.0	18.4
21	54.8	49.9	46.9	46.1	45.2	45.7	45.1	14.0	13.7	15.3	14.7	14.8	16.4	16.0	14.9	14.9	14.6	16.6	18.8	18.3
22	54.1	49.4	46.7	45.8	44.6	45.3	44.6	13.7	13.5	14.9	14.1	14.4	16.1	15.7	14.7	14.3	14.3	16.5	18.3	18.0
23	53.0	48.4	46.3	44.4	43.9	44.5	43.7	13.1	13.2	14.1	13.3	13.8	15.7	15.3	14.0	13.4	13.8	16.2	17.7	17.7

Mittl. Greenwicher Zeit	Juli 1889																			
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	16.	17.	18.	19.	20.	26.
0^h	17.1	19.8	21.0	22.9	26.6	30.3	30.0	29.9	30.4	30.1	27.8	31.7	33.4	34.9	—	21.8	23.7	25.0	24.3	9.9
1	17.0	19.3	21.0	23.0	27.1	30.3	29.5	29.7	29.9	29.9	27.0	30.7	32.8	34.6	19.0	21.7	23.2	24.4	23.8	9.7
2	16.9	19.0	20.5	22.6	27.3	29.8	29.1	29.6	29.8	29.2	26.6	30.3	32.9	34.4	19.2	21.7	22.9	23.9	23.4	9.6
3	16.7	18.9	20.5	22.6	27.3	29.8	28.8	29.7	29.7	28.5	26.3	30.3	33.0	34.4	19.0	21.6	22.8	23.9	23.2	9.2
4	16.8	18.9	20.4	22.7	27.4	29.7	28.7	29.7	29.6	28.3	26.5	30.5	33.2	34.6	19.0	21.7	22.9	23.9	23.1	9.3
5	16.9	18.9	20.6	23.0	27.6	29.7	28.6	29.7	29.6	28.0	26.7	30.9	33.4	34.8	19.2	21.8	23.0	24.0	23.1	9.5
6	17.0	19.0	20.8	23.2	27.8	29.8	28.8	29.7	29.6	28.0	26.9	31.3	33.6	35.0	19.3	22.0	23.2	24.0	23.2	9.8
7	17.2	19.3	20.9	23.5	28.1	29.9	28.8	29.8	29.7	27.9	27.1	31.6	33.8	35.1	19.6	22.1	23.3	24.2	23.3	9.9
8	17.3	19.5	21.1	23.8	28.3	30.1	28.9	30.0	29.8	28.0	27.6	31.9	34.0	35.3	29.9	22.1	23.5	24.4	23.5	10.0
9	17.5	19.7	21.3	24.0	28.6	30.2	29.1	30.1	30.0	28.1	27.9	32.1	34.2	35.6	20.2	22.1	23.7	24.5	23.6	10.2
10	17.7	20.0	21.5	24.2	28.8	30.4	29.3	30.2	30.1	28.3	28.3	32.4	34.4	35.7	20.5	22.2	23.9	24.7	23.7	10.3
11	17.9	20.3	21.7	24.4	29.1	30.6	29.3	30.4	30.3	28.3	29.1	32.6	34.6	—	20.7	22.4	24.0	24.9	23.8	10.5
12	18.1	20.6	21.9	24.8	29.3	30.7	29.5	30.6	30.5	28.5	29.9	32.9	34.8	—	21.0	22.6	24.2	25.0	24.0	10.6
13	18.4	20.8	22.1	25.1	29.6	30.9	29.7	30.8	30.7	28.7	30.7	33.1	35.0	—	21.2	22.8	24.4	25.2	24.1	10.8
14	18.7	21.1	22.3	25.4	29.8	31.1	29.9	30.9	30.9	28.9	31.5	33.4	35.2	—	21.5	23.1	24.6	25.4	24.2	10.9
15	19.0	21.4	22.5	25.7	30.1	31.2	30.1	31.0	31.0	29.0	31.8	33.6	35.4	—	21.8	23.3	24.8	25.5	24.3	11.0
16	19.3	21.7	22.8	26.0	30.3	31.4	30.3	31.1	31.1	29.1	32.0	33.7	35.6	—	21.9	23.6	25.1	25.7	24.5	11.1
17	19.5	21.9	23.0	26.2	30.5	31.7	30.5	31.1	31.3	29.2	32.2	33.9	35.7	—	22.2	23.8	25.3	25.9	—	11.1
18	19.8	22.1	23.4	26.6	30.7	32.0	30.6	31.2	31.5	29.4	32.4	34.1	35.8	—	22.4	24.2	25.7	26.0	—	11.2
19	20.1	22.1	23.7	26.8	30.8	32.1	30.7	31.3	31.4	29.7	32.6	34.3	36.0	—	22.3	24.4	25.9	26.0	—	11.2
20	20.3	22.1	24.1	26.9	30.8	32.1	30.7	31.4	31.2	29.9	32.7	34.4	36.0	—	22.3	24.6	26.1	26.0	—	11.2
21	20.4	22.1	24.2	26.9	30.8	32.0	30.6	31.5	30.9	29.7	32.8	34.5	36.0	—	22.2	24.4	25.9	25.8	—	11.2
22	20.3	21.6	24.0	26.9	30.6	31.6	30.4	31.2	30.5	29.3	32.7	34.5	35.7	—	22.1	24.3	25.7	25.5	—	11.1
23	20.1	20.9	23.4	26.9	30.6	30.9	30.2	30.8	30.3	28.5	32.3	34.0	35.5	—	21.9	24.2	25.3	25.0	—	10.9

Mittl. Greenwicher Zeit	Juli 1889					August 1889													
	27.	28.	29.	30.	31.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.
0^h	10.3	10.1	12.8	13.9	14.0	13.7	13.7	15.0	14.6	13.5	16.2	17.6	19.5	20.5	19.9	20.2	23.2	23.8	24.0	25.3
1	9.4	9.6	13.0	13.1	13.2	12.6	12.9	14.5	14.3	13.0	16.0	17.2	19.3	19.7	19.2	20.2	23.0	23.2	24.0	25.2
2	8.9	9.2	13.0	12.4	12.9	11.9	12.9	13.8	14.0	12.1	15.7	16.5	19.3	19.7	18.9	20.4	22.7	23.2	23.2	25.2
3	8.9	9.1	12.9	12.2	12.6	11.8	13.0	13.7	13.5	12.0	15.3	16.3	19.3	19.3	18.5	20.6	22.7	22.8	23.4	25.2
4	8.9	9.3	12.9	12.3	12.7	12.0	13.2	13.7	13.5	12.4	15.3	16.6	19.3	19.2	18.8	20.8	22.6	22.8	23.4	25.1
5	9.0	9.5	12.9	12.6	12.9	12.1	13.3	13.8	13.5	12.6	15.4	16.8	19.4	19.2	18.9	21.1	23.0	22.8	23.6	25.1
6	9.0	9.7	12.9	12.8	13.0	12.3	13.5	13.9	13.6	12.9	15.6	17.1	19.5	19.3	19.1	21.3	23.1	22.9	23.7	25.1
7	9.3	10.0	12.9	12.9	13.2	12.6	13.7	14.1	13.8	13.3	15.8	17.5	19.7	19.5	19.2	21.4	23.3	23.0	23.9	25.2
8	9.5	10.2	13.0	13.1	13.4	12.9	13.7	14.2	14.0	13.7	16.0	17.9	19.9	19.7	19.4	21.5	23.5	23.1	24.1	25.2
9	9.7	10.5	13.2	13.3	13.7	13.0	13.8	14.4	14.2	14.1	16.2	18.1	20.1	19.8	19.6	21.7	23.7	23.3	24.3	25.2
10	9.9	10.7	13.3	13.6	13.9	13.2	13.9	14.6	14.4	14.3	16.4	18.4	20.3	20.0	19.8	21.8	23.9	23.4	24.5	25.3
11	10.0	11.0	13.5	13.9	14.1	13.4	14.2	14.7	14.7	14.7	16.6	18.7	20.6	20.1	20.0	22.0	24.1	23.7	24.7	25.4
12	10.2	11.2	13.7	14.1	14.5	13.7	14.5	14.8	14.9	14.9	16.8	19.0	20.8	20.3	20.1	22.3	24.2	23.8	24.9	25.5
13	10.4	11.5	14.0	14.5	14.8	14.0	14.9	14.9	15.1	15.2	17.0	19.2	21.0	20.4	20.4	22.6	24.4	24.0	25.0	25.6
14	10.6	11.8	14.2	14.9	15.0	14.3	15.2	15.0	15.3	15.5	17.2	19.4	21.2	20.6	20.6	22.8	24.6	24.1	25.2	25.7
15	10.8	12.0	14.3	15.2	15.2	14.6	15.6	15.1	15.5	15.8	17.4	19.7	21.3	20.7	20.9	23.0	24.8	24.3	25.4	25.8
16	11.0	12.2	14.5	15.4	15.5	15.0	15.9	15.3	15.7	16.0	17.6	20.0	21.5	20.8	21.1	23.2	24.9	24.6	25.5	25.8
17	11.1	12.4	14.7	15.6	15.7	15.2	16.1	15.5	15.9	16.2	17.8	20.1	21.7	20.9	21.2	23.3	25.0	24.6	25.7	25.7
18	11.4	12.5	14.7	15.7	16.0	15.6	16.4	15.6	16.0	16.4	18.0	20.3	21.8	21.0	21.3	23.6	25.0	24.6	25.7	25.6
19	11.7	12.6	14.8	15.7	16.3	15.8	16.6	15.6	15.9	16.7	18.1	20.5	21.8	21.0	21.4	23.6	25.0	24.8	25.7	25.5
20	11.7	12.7	14.8	15.7	16.4	15.8	16.8	15.5	15.7	16.9	18.3	20.6	22.0	20.8	21.5	23.7	24.9	24.8	25.7	25.2
21	11.6	12.7	14.7	15.5	16.3	15.5	16.6	15.3	15.3	16.9	18.5	20.7	21.9	20.8	21.4	23.6	24.9	24.8	25.6	25.0
22	11.3	12.8	14.6	15.2	15.8	15.0	16.1	15.1	15.0	16.7	18.4	20.4	21.7	20.7	21.0	23.5	24.6	24.6	25.4	24.5
23	10.8	12.7	14.1	14.9	14.8	14.5	15.4	14.9	14.6	16.6	18.1	20.1	21.1	20.4	20.3	23.4	24.2	24.4	25.3	24.0

Mittl. Greenwicher Zeit	August 1889																September 1889			
	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.	1.	2.	3.	4.
0^h	23.5	23.4	20.9	21.1	19.2	22.5	22.0	23.1	24.1	24.8	27.1	25.7	26.9	26.3	23.2	21.7	22.0	23.4	24.1	25.7
1	23.4	22.3	20.1	20.1	19.3	22.0	21.6	22.9	23.8	24.0	26.3	24.7	25.9	26.2	21.8	20.5	21.6	22.2	23.4	24.7
2	23.2	20.9	19.4	19.0	19.3	21.9	21.2	22.9	23.7	24.1	26.0	24.5	25.8	26.1	20.9	19.6	21.1	21.4	22.6	23.8
3	23.2	21.9	19.2	18.6	19.3	21.8	21.5	22.8	23.7	24.3	25.7	24.6	25.8	26.0	20.5	19.3	20.9	21.5	22.6	23.4
4	23.2	21.8	19.4	18.6	19.2	21.8	21.4	22.9	23.7	24.7	25.9	24.8	25.9	26.8	20.7	19.4	21.0	21.8	22.8	23.6
5	23.4	21.7	19.7	18.6	19.1	21.9	21.5	22.9	23.7	24.9	25.9	25.1	26.0	26.6	21.0	19.8	21.3	22.1	23.1	23.9
6	23.6	21.8	20.0	18.8	19.1	22.0	21.7	23.0	23.8	25.0	26.0	25.6	26.0	26.6	21.3	20.1	21.7	22.5	23.5	24.2
7	23.8	21.8	20.2	18.9	19.8	22.0	21.8	23.1	24.0	25.2	26.1	25.9	26.1	26.5	21.6	20.3	22.0	22.8	23.8	24.5
8	23.9	21.9	20.6	19.0	20.2	22.1	22.0	23.3	24.1	25.8	26.2	26.1	26.2	26.5	21.9	20.7	22.3	23.1	24.1	24.8
9	24.1	21.9	20.9	19.1	20.6	22.2	22.1	23.5	24.3	26.5	26.3	26.3	26.2	26.4	22.1	20.9	22.6	23.5	24.5	25.1
10	24.3	22.0	21.1	19.2	20.9	22.3	22.4	23.7	24.5	26.7	26.5	26.6	26.3	26.4	22.4	21.1	22.9	23.8	24.8	25.4
11	24.6	22.0	21.3	19.3	21.3	22.4	22.6	23.8	24.8	27.0	26.6	26.8	26.4	26.4	22.7	21.4	23.2	24.1	25.1	25.6
12	24.8	22.0	21.5	19.4	21.5	22.6	22.9	24.0	24.9	27.1	26.8	27.0	26.5	26.5	22.9	21.7	23.5	24.4	25.3	25.9
13	25.0	22.1	21.7	19.6	21.7	22.7	23.1	24.1	25.0	27.4	26.9	27.2	26.6	26.6	23.1	22.0	23.8	24.7	25.6	26.2
14	25.1	22.2	21.9	19.8	21.9	22.8	23.4	24.2	25.2	27.7	27.0	27.5	26.7	26.7	23.4	22.3	24.1	24.9	25.9	26.4
15	25.3	22.2	22.1	19.9	22.1	22.6	23.6	24.4	25.3	27.8	27.0	27.8	26.8	26.8	23.7	22.6	24.4	25.2	26.2	26.7
16	25.4	22.3	22.2	20.0	22.4	22.7	23.9	24.6	25.4	28.0	27.1	28.0	26.9	26.9	23.9	22.8	24.7	25.5	26.5	27.0
17	25.3	22.4	22.4	20.1	22.7	22.9	24.1	24.7	25.5	28.1	27.1	28.1	26.9	27.0	24.1	23.0	25.0	25.7	26.8	27.3
18	25.4	22.5	22.5	20.2	22.9	23.0	24.3	24.8	25.6	28.3	27.1	28.3	26.9	27.1	24.3	23.2	25.2	26.0	27.0	27.5
19	25.4	22.5	22.8	20.1	23.2	23.0	24.4	24.8	25.7	28.3	27.2	28.5	26.9	27.1	24.4	23.4	25.4	26.2	27.1	27.7
20	25.2	22.5	23.0	20.0	23.3	23.0	24.3	24.9	25.7	28.2	27.2	28.7	26.9	27.2	24.5	23.3	25.7	26.4	27.2	28.0
21	25.0	22.4	22.9	19.8	23.3	23.0	24.2	24.8	25.7	28.2	27.1	28.6	26.7	26.1	24.4	23.3	25.8	26.4	27.1	27.9
22	24.7	22.1	22.5	19.7	23.2	22.9	24.2	24.7	25.6	28.1	27.1	28.2	26.6	25.7	24.0	23.2	25.2	26.0	27.0	27.6
23	24.2	21.6	22.1	19.1	23.0	22.6	23.9	24.4	25.3	27.8	26.9	27.7	26.4	24.7	23.0	22.8	24.4	25.2	26.7	26.9

Mittl. Greenwicher Zeit	September 1889																				
	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.
0^h	25.8	27.7	30.2	29.9	29.5	27.8	27.3	28.3	30.2	32.7	35.1	37.8	38.7	37.9	37.7	38.8	41.1	42.9	43.6	43.4	43.1
1	24.7	27.1	30.1	29.4	28.8	26.7	27.0	28.2	30.3	31.9	34.4	37.7	38.5	37.2	36.5	38.9	41.0	42.9	43.6	42.6	43.3
2	23.9	27.6	30.1	28.8	28.2	26.1	26.9	27.9	30.4	31.5	33.9	37.5	38.5	36.7	35.8	38.9	40.6	42.8	43.4	41.9	43.3
3	23.7	28.1	30.0	28.5	27.8	26.0	26.6	27.7	30.5	31.5	33.9	37.3	38.4	36.4	35.6	38.9	40.4	42.6	43.3	41.7	43.4
4	24.0	28.1	30.1	28.4	27.9	25.8	26.5	27.8	30.7	31.7	34.3	37.4	38.3	36.6	36.0	39.0	40.4	42.4	43.2	41.9	43.4
5	24.5	28.2	30.1	28.4	28.0	25.8	26.6	27.9	30.8	32.0	34.7	37.5	38.4	36.9	36.3	39.1	40.5	42.5	43.3	42.1	43.5
6	24.6	28.4	30.1	28.5	28.1	26.1	26.7	28.2	31.0	32.3	35.1	37.7	38.5	37.1	36.7	39.4	40.7	42.7	43 4	42.3	43.6
7	25.0	28.5	30.1	28.6	28.3	26.3	26.8	28.4	31.2	32.5	35.4	37.8	38.5	37.4	37.0	39.7	40.9	42.8	43.4	42 5	43.7
8	25.3	28.7	30.2	28.7	28.4	26.5	26.9	28.6	31.4	32.7	35.6	37.9	38.6	37.6	37.3	39.9	41.0	42.9	43.5	42.7	43.8
9	25.6	28.9	30.2	28.8	28.5	26.7	27.0	28.7	31.6	32.9	35.9	38.0	38 7	37.8	37.5	40.1	41.2	43.1	43.7	42.9	43.8
10	25.9	29.1	30.3	28.9	28.6	26.9	27.1	28.9	31.8	33.1	36.3	38.1	38.8	38.0	37.8	40.2	41.4	43.2	43.9	43.0	43.9
11	26.2	29.3	30.4	29.1	28.7	27.2	27.2	29.1	32.0	33.3	36.5	38.3	38.8	38.2	38.0	40.4	41.7	43.4	44.0	43.1	44.0
12	26.5	29.5	30.4	29.3	28.9	27.4	27.4	29.3	32.2	33.5	36.7	38.4	38.9	38.4	38.2	40.5	41.9	43.6	44.2	43.2	44.1
13	26.7	29.7	30.4	29.4	29.0	27.6	27.5	29.5	32.4	33.7	37.0	38.6	39.0	38.7	38.3	40.7	42.0	43.8	44.3	43.2	44.2
14	27.0	29.8	30.5	29.6	29.2	27.8	27.6	29.7	32.6	33.9	37.3	38.8	39.0	38.9	38.4	40.8	42.1	43.9	44.5	43.3	44.3
15	27.3	30.0	30.5	29.7	29.4	28.0	27.7	29.9	32.8	34.1	37.5	39.0	39.1	39.0	38.6	40.9	42.1	44.0	44.7	43.3	44.4
16	27.5	30.2	30.6	29.9	29.6	28.2	27.8	30.2	33.1	34.3	37.7	39.1	39.1	39.2	38.8	41.0	42.4	44.0	44.9	43.3	44.5
17	27.8	30.3	30.6	30.0	29.8	28.4	27.8	30.4	33.4	34.5	37.9	39.1	39.2	39.4	39.0	41.1	42 5	44.1	44.9	43.3	44.6
18	28.0	30.4	30.6	30.1	30.0	28.5	27.9	30.6	33.6	34.7	38.1	39.2	39.3	39.6	39.1	41.2	42.6	44.1	45.0	43.2	44.8
19	28.2	30.4	30.6	30.1	30.2	28.4	28.1	30.7	34.0	35.1	38.2	39.2	39.4	39.9	39.2	41.3	42.7	44.2	45.1	43.2	44.8
20	28.2	30.4	30.6	30.2	30.3	28.5	28.2	30.8	34.3	35.4	38.2	39.2	39.5	40.1	39.4	41.3	42.8	44.1	45.1	43.2	44.9
21	28.3	30.4	30.5	30.1	30.2	28.5	28.2	30.7	34.4	35.6	38.3	39.2	39.5	40.2	39.4	41.3	42 9	44.1	45.1	43.1	44.8
22	28.3	30.3	30.4	29.9	29.8	28.4	28.3	30.7	34.0	35.6	38.3	39.1	39.3	39.9	39.4	41.3	42.9	44.0	44.9	43.1	44.7
23	28.2	30.2	30.2	29.7	28.9	27.8	28.3	30.6	33.4	35.7	37.9	38.9	38.8	39.0	39.1	41.3	42.9	44.0	44.4	43.0	44.4

3. Beobachtungen in Puerto Orotava.

Die Beobachtungen, welche Ende September 1889 in Wilhelmshaven und Potsdam abgebrochen wurden, konnten erst im December des folgenden Jahres in Puerto Orotava auf Teneriffa fortgesetzt werden. Ursprünglich war es meine Absicht, damit gleich nach Ankunft der Instrumente im Juni 1890 in meinem damaligen Aufenthaltsorte, dem etwa 600 m hoch auf dem die Insel durchziehenden Gebirgsrücken gelegenen Städtchen Laguna zu beginnen. Dieser Gedanke musste indessen fallen gelassen werden, da es mir einerseits nicht gelang, ein passendes Beobachtungslocal zu finden, andererseits die kühle Jahreszeit, welche in jenem hochgelegenen Orte von andauerndem Regen begleitet zu sein pflegt, mich nöthigte, einen günstigeren Aufenthaltsort aufzusuchen. Anfang November kam ich nach Puerto Orotava, wo es mir bald durch die Freundlichkeit einer seit längerer Zeit in Teneriffa lebenden englischen Dame gelang, ein geeignetes Local für die Aufstellung der Instrumente zu finden, welches um so günstiger erschien, als es unweit des Wohnhauses jener Dame lag, in dem ich selbst während der Dauer meines Aufenthaltes wohnte.

Das Grundstück, Sitio del Pardo genannt, ist ein den meisten Besuchern von Orotava wohlbekanntes Landgut von nicht unbeträchtlicher Ausdehnung, welches unmittelbar hinter den Häusern des Puerto beginnt und sich an dem nordöstlichen Abhange eines alten Lavastromes, der ein für die ganze Landschaft charakteristisches, über dem Puerto aufragendes Plateau bildet, landeinwärts erstreckt.

Der vulcanische Boden besteht aus Lavagestein, über welchem sich, ganze Strecken bedeckend, lose, rauhe Gesteinstrümmer befinden. Dieselben werden, wo sich kein anstehendes Gestein (von den Einwohnern „risco“ genannt) vorfindet, zur Herstellung der Fundamente benutzt. Obwohl letztere daher nicht für so fest gelten können, wie anstehendes Gestein, so lag doch kein Grund vor, besonders in dem vorliegenden Falle, wo es sich um einige Jahrzehnte alte Fundamente handelte, dieselben für ungeeignet zur Aufnahme des Pendelpfeilers zu halten. Im Gegentheil glaube ich, dass dieselben, vorausgesetzt, dass kein zu grosses Gewicht auf ihnen lastet und sie Zeit gehabt haben, sich zu setzen, einen günstigen Untergrund bieten, weil der Feuchtigkeit ein rascher Abzug gestattet ist.

Da die Häuser in Teneriffa keine unter der Erde gelegenen Keller besitzen, so musste von vornherein auf eine ähnlich günstige Aufstellung des Pendels, wie sie beispielsweise das astrophysikalische Observatorium in Potsdam ermöglichte, verzichtet werden. Auf dem erwähnten Grundstücke hatte nun der frühere Besitzer desselben in einiger Entfernung von dem Wohnhause ein kleines, aus zwei Räumen bestehendes chemisches Laboratorium errichten lassen, welches mir für meine Zwecke angeboten wurde. Ich entschied mich sogleich für dasselbe, da ich bereits die Ueberzeugung gewonnen hatte, ein geeigneteres Lokal nicht finden zu können.

Das Laboratorium ist aus Steinen aufgeführt und mit einem platten Dache nach Art der Azoteen der Wohnhäuser versehen. Das Fundament ist von der oben geschilderten Art und von einem Cementboden bedeckt. Da wenig Aussicht vorhanden war, beim Durchbrechen desselben an der für den Pendelpfeiler gegebenen Stelle gerade auf einen „risco“ zu treffen, so zog ich es vor, den Pfeiler direct auf dem Fussboden zu errichten. Das etwa in der Richtung des magnetischen Meridians gelegene Laboratorium enthält, wie aus dem Situationsplane Fig. 6 ersichtlich, zwei Räume. Von diesen wurde der südliche für den Pendelpfeiler bestimmt, und um die Bedingungen so günstig als möglich zu gestalten, wurde einige Zeit nach der Fertigstellung des Pfeilers die Oeffnung der in den Garten führenden Thür vermauert. In die nach dem Nebenraum führende zweite Thüröffnung wurde eine gut schliessende Holzthür eingesetzt, welche nur die für den Durchgang der Lichtstrahlen nöthigen Oeffnungen enthielt. Auf diese Weise war der Raum für das Pendel so gut als möglich abgeschlossen, während der Beobachtungen wurde derselbe nur wenige Male und dann nur mit grösster Vorsicht zur Vornahme von Correctionen betreten.

Da mit Rücksicht auf die Fundamente das Pendel nicht in gleicher Weise, wie bei den früheren Beobachtungen, isolirt werden konnte, so mögen noch folgende Bemerkungen über die Umgebung des Laboratoriums Platz finden. Im Osten desselben, wo sich der Garten befindet, ist das Terrain um etwa 2 m höher, als im Westen, wo ein Feld angrenzt. An der Westseite, an welcher sich auch der Eingang zu dem Nebenraume befindet, führt ein Fusssteig entlang, der hier und da auch von den Arbeitern benutzt wird. Nach den in Potsdam gemachten Erfahrungen vermuthete ich, dass hierdurch

Ablenkungen des Pendels verursacht würden. Die Beobachtungen und directe Versuche bestätigten dies, die Störungen sind aber durchaus vorübergehend und von gar keinem Belang, wie später gezeigt werden wird. Die Aussenwände des kleinen Gebäudes und ein Theil des Daches sind durch ein dichtes Schirmdach von blätterreichen Schlinggewächsen bedeckt. Besonders gilt dies von der Südseite, so dass die Wände während des grösseren Theiles des Tages einen Schutz gegen die Sonnenstrahlen haben und erst in den späteren Nachmittagsstunden auf kurze Zeit von denselben beschienen werden. Gegen die Wirkung des zuweilen heftigen Windes ist das kleine Gebäude auf das vortheilhafteste geschützt, indem es in Folge seiner Lage in einer muldenförmigen Vertiefung von den vorherrschenden Winden fast gar nicht getroffen werden kann.

Zur Charakterisirung der allgemeinen Situation des Beobachtungsortes, deren Kenntniss bei Beobachtungen dieser Art nicht zu entbehren ist, mögen noch folgende Angaben dienen. Steigt man auf die gleich hinter dem kleinen Laboratorium sich erhebenden Höhen des Lavastromes empor, so erlangt man einen ziemlich umfassenden Ueberblick über die grossartige Formation der Orotavamulde oder, wie es im Volksmunde heisst, des Valle Taoro. Während in der Richtung gegen Norden das tiefblaue Meer fast die Hälfte des sichtbaren Horizonts einnimmt, nur zuweilen unterbrochen durch die zackigen Umrisse der Insel Palma, ist die andere Hälfte umgrenzt von einem grossartigen Circus von Bergen, die im Süden bis zu 6000 und 7000 Fuss Höhe ansteigen und deren Ausläufer gegen das Meer hin allmählich abfallend in steilen, unzugänglichen Klippen enden. Wir befinden uns etwa im Centrum der von diesen Bergen eingeschlossenen Mulde und erkennen, dass der Boden derselben von der Küste an langsam ansteigend sich mit wechselnder Böschung gegen den Absturz derselben anlehnt. An drei Stellen erheben sich kleine Auswurfskegel über den Thalboden und über den einer finsteren Mauer vergleichbaren Rücken der Ladera de Tigayga ragt im Südwesten der Kegel des Pic de Teyde hervor. In den Wintermonaten steigt die Sonne erst gegen 8 Uhr hinter der Bergwand empor und sinkt schon früh unter den Rand der westlichen Ladera.

Im Osten des gegen 50 m über dem Meere gelegenen Wohnhauses des Sitio zieht der tief eingeschnittene, von steilen Wänden begrenzte Barranco

Martianez vorüber und endet unweit auf dem flachen Vorlande, am Fusse der schönen Klippen von La Paz, welche durch das durch den Aufenthalt von Alexander v. Humboldt bekannt gewordene Landhaus gleichen Namens gekrönt sind. Im Westen erhebt sich das vorerwähnte, durch den Lavastrom gebildete Plateau, auf welchem jetzt ein grosses Hotel steht, um etwa 40 m über den Sitio. An der durch schwarze Lavafelsen gebildeten Küste steht fast immer eine mehr oder minder heftige Brandung.

Zur Vergleichung mit meinen Beobachtungen haben die meteorologischen Beobachtungen gedient, welche in dem an der Westseite des Puerto, nahe dem Meere und 23 m über demselben gelegenen Sitio de Cullen angestellt werden. Ich verdanke dieselben der Gefälligkeit des derzeitigen Beobachters Mr. Perry. Sie bilden die Fortsetzung der von dem kürzlich verstorbenen Mr. Boreham begonnenen systematischen Beobachtungen. Dieser Herr errichtete aus eigener Initiative eine Beobachtungsstation, welche er mit vortrefflichen Instrumenten versah und dem Observatorium in Kew unterstellte. Nach seinem Tode wurden die Instrumente von dem früheren Beobachtungsorte San Antonio oberhalb des Puerto nach dem Sitio de Cullen gebracht und es wurde zugleich für die regelmässige Fortsetzung der Beobachtungen gesorgt. Da diese Station auch registrirende Instrumente besitzt, so liefert sie die besten Beobachtungen, die bisher in Teneriffa erhalten wurden. Von gleicher Güte, wenn auch geringerer Vollständigkeit, sind die Beobachtungen, welche in der Hauptstadt Santa Cruz de Tenerife auf dem dortigen kleinen Observatorium mit französischen Instrumenten angestellt werden.

Nachdem durch die Säumigkeit der Handwerker viel Zeit verloren war, konnten am 26. December die Beobachtungen begonnen werden. Registrirapparat und Lampe waren statt auf Pfeilern auf starken Holztischen montirt. Von dem Kasten des Registrirwerkes führte ein Holzrohr nach der entsprechenden Oeffnung der Holzthür, so dass nur Licht aus der Richtung des Spaltes auf die Walze gelangen konnte. Durch Anbringung einer Abblendungsvorrichtung an der die Lichtstrahlen des Spaltes einlassenden Thüröffnung konnte die photographische Registrirung fortgesetzt werden, auch wenn volles Tageslicht in den Raum drang. Dies wurde unvermeidlich, sowohl für die Ventilation des Raumes, als auch deshalb, weil derselbe anderweitig von mir benutzt werden musste. Es sind aber gelegentlich hierdurch Ver-

schleierungen des Papiers entstanden, bei denen jedoch die Curve noch deutlich genug hervortritt. Einige Schwierigkeit bereiteten die Lampen durch die geringe Constanz der Flamme, welche nur auf das unerwartet schlechte Brennmaterial zurückzuführen war und oft ganz plötzlich in der hartnäckigsten Weise sich geltend machte. Hierdurch sind einige Unterbrechungen entstanden, die jedoch nirgends die Dauer einiger Stunden überschreiten und stets durch Interpolation leicht auszufüllen waren.

Zu meinem Bedauern sah ich mich veranlasst, nach Verlauf von vier Monaten die Beobachtungen abzubrechen, da mich mein Gesundheitszustand zur Rückkehr nach Deutschland nöthigte. Schon während des März und April war ich nur wenig im Stande, mich um den Fortgang der Beobachtungen zu kümmern, und dieselben würden jedenfalls nicht so vollständig haben ausfallen können, wenn ich nicht in meiner Hausgenossin, Fräulein Honegger, eine verständnissvolle und jederzeit bereite Hilfe gefunden hätte. So gelang es wenigstens, eine viermonatliche ununterbrochene Beobachtungsreihe zu sichern, durch welche ich hoffen konnte, einigermaassen sicheren Aufschluss über die Existenz einer Mondwelle in den Beobachtungen zu erlangen. Nach meiner Rückkehr nach Deutschland erfuhr ich, dass die correspondirenden Beobachtungen in Wilhelmshaven gar nicht angestellt worden waren. Hierdurch wurde allerdings die Aussicht vereitelt, aus correspondirenden Aufzeichnungen von Erderschütterungen Bestimmungen über die Geschwindigkeit der Fortpflanzung derselben zu erlangen. Wie sich späterhin ergeben wird, haben trotzdem die in Teneriffa beobachteten Störungen zu interessanten Schlussfolgerungen geführt.

Die Temperatur im Innern des Laboratoriums wurde bei jedem Lampen- und Bogenwechsel an einem an der Holzthür aufgehängten Thermometer abgelesen. Die täglichen Schwankungen sind sehr gering und der Gang in den vier Monaten ist von grosser Regelmässigkeit. In dem geschlossenen Pendelraume wird beides noch mehr der Fall gewesen sein. Da während der ganzen Zeit das Fenster mehr oder weniger geöffnet geblieben ist, so gestatten diese Zahlen zugleich ein Urtheil über die Milde des dortigen Winterklimas.

Uebersicht der Temperatur-Beobachtungen und Uhrcorrectionen (Puerto Orotava, Teneriffa).

Das Thermometer hing im Vorraum an der beide Räume trennenden Holzthür. Der Bogenwechsel fand bis Januar 31. Mittags, von da an Morgens gegen 9^h zugleich mit dem Lampenwechsel statt. Das in dem Vorraum befindliche Fenster war in der Regel ein wenig geöffnet. Zuweilen wurde der Vorraum als Dunkelkammer für photographische Zwecke benutzt. Die Columne $\triangle U$ enthält die Uhrstände. Januar 3. Mittags war das Lokal voll Rauch und musste gelüftet werden. Januar 27. und April 22. war die Uhr stehen geblieben.

Die Uhrcorrectionen sind bei der Ablesung der Curven schon berücksichtigt. Februar 3. bis April 5. sind dieselben etwas unsicher, weil während dieser Periode Zeitbestimmungen nicht vorgenommen werden konnten und das zur Vergleichung benutzte Chronometer einen unregelmässigen Gang zeigte.

Datum	a. m.	p. m.	$\triangle U$	Datum	a. m.	p. m.	$\triangle U$
	°	°	m		°	°	
1890 Decbr. 26.	+ 16.5	+ 16.8	— 3.9	1891 Januar 24.	+ 16.2	+ 16.2	
27.	16.4	17.2		25.	16.0	16.5	— 6.3
28.	17.1	17.4	— 3.8	26.	16.2	16.4	
29.	16.6	17.5		27.	16.2	16.8	— 5.4
30.	17.4	17.2	— 3.8	28.	15.9	16.8	
31.	17.0	17.8		29.	15.6	16.0	— 5.6
				30.	16.2	16.4	
1891 Januar 1.	+ 17.0	+ 17.6	— 4.1	31.	16.2	16.6	— 5.9
2.	17.0	17.5					
3.	17.0	17.0	— 4.3	1891 Februar 1.	+ 16.0	+ 17.2	
4.	16.6	16.7		2.	16.4	16.4	— 6.3
5.	15.8	16.8	— 4.4	3.	16.5	16.4	
6.	16.6	17.4		4.	16.8	17.2	— 6.8
7.	17.0	17.4	— 4.6	5.	16.8	18.0	
8.	17.1	17.1		6.	17.2	17.6	— 4.6
9.	16.8	17.3	— 4.7	7.	16.6	17.6	
10.	17.0	17.3		8.	17.0	17.7	— 3.8
11.	16.6	17.0	— 4.9	9.	16.9	17.5	
12.	16.5	17.0		10.	16.8	17.4	— 3.0
13.	16.3	17.0	— 5.1	11.	16.5	—	
14.	16.6	17.4		12.	16.6	16.6	— 2.8
15.	16.4	17.1	— 5.1	13.	16.5	17.2	
16.	16.8	16.4		14.	16.9	17.1	— 2.8
17.	16.9	17.2	— 6.0	15.	16.2	16.8	
18.	17.8	17.4		16.	16.7	17.2	— 3.0
19.	16.6	16.7	— 5.6	17.	16.6	17.8	
20.	16.1	16.0		18.	17.0	17.8	— 3.0
21.	16.2	16.0	— 5.8	19.	16.7	17.8	
22.	15.8	16.2		20.	17.2	17.8	— 3.1
23.	16.2	16.8	— 6.0	21.	17.6	18.1	

Datum	a. m.	p. m.	ΔU	Datum	a. m.	p. m.	ΔU
1891 Febr. 22.	+ 17.4°	+ 18.3°	— 3.5m	1891 März 27.	+ 18.4°	+ 19.0°	
23.	18.0	18.3		28.	19.0	20.0	— 9.4m
24.	17.4	18.0	— 3.9	29.	19.0	19.8	
25.	17.8	17.6		30.	19.2	20.0	— 9.7
26.	17.6	18.0	— 4.3	31.	19.0	19.8	
27.	17.4	—		1891 April 1.	+ 19.4	+ 19.8	— 9.9
28.	16.6	17.0	— 4.8	2.	19.4	19.8	
1891 März 1.	+ 17.1	+ 17.4		3.	19.4	19.8	— 10.2
2.	17.2	18.0	— 4.9	4.	19.0	19.6	
3.	17.7	18.0		5.	19.4	20.2	— 10.4
4.	18.6	19.0	— 5.2	6.	19.8	20.0	
5.	18.8	18.8		7.	19.8	20.4	— 12.3
6.	18.2	18.0	— 5.9	8.	19.8	20.0	
7.	18.5	18.4		9.	19.0	19.2	— 12.4
8.	18.8	18.8	— 6.1	10.	17.8	19.8	
9.	19.0	19.2		11.	18.4	19.8	— 12.4
10.	19.9	19.4	— 6.6	12.	18.6	19.2	
11.	19.8	19.2		13.	19.8	20.0	— 13.1
12.	19.8	19.0	— 7.2	14.	19.0	20.0	
13.	18.6	19.0		15.	19.6	20.8	— 12.5
14.	19.2	18.4	— 7.5	16.	20.4	21.0	
15.	19.5	18.0		17.	20.2	21.0	— 13.6
16.	19.0	18.4	— 8.0	18.	20.0	20.8	
17.	17.4	19.0		19.	20.0	21.0	— 14.6
18.	19.2	19.8	— 8.2	20.	20.0	21.4	
19.	20.0	20.2		21.	20.6	21.0	— 14.9
20.	19.0	19.8	— 8.5	22.	19.8	20.8	
21.	19.4	19.2		23.	20.0	20.8	— 12.1
22.	18.8	19.6	— 8.7	24.	19.9	21.0	
23.	19.0	19.4		25.	20.8	20.6	— 13.0
24.	19.0	19.0	— 8.9	26.	20.0	21.0	
25.	18.4	19.0		27.	20.4	21.0	— 14.0
26.	17.8	19.4	— 9.2	28.	20.4	—	

Die Uhr des Registrirapparates, welche in diesem Falle nach Ortszeit regulirt war, ist bei jedem Bogenwechsel mit einem von mir benutzten Chronometer verglichen worden, dessen Fehler ich durch Beobachtung bestimmte. Der Gang der Uhr ist ein für die bei der geringen Drehungsgeschwindigkeit der Walze ($1^h = 11$ mm) erreichbare Genauigkeit der Zeitangaben durchaus befriedigender.

Correctionen am Pendelapparat fanden statt: Januar 3., Januar 8., Februar 14., März 8.

Die Schwingungsdauer T_0 wurde aus 2030 Schwingungen $= 0^{s}.4068$ gefunden. Ferner wurden folgende Beobachtungen von T angestellt:

1890 December	22.	$T = 11^{s}.300$	(30 T)
1891 Januar	3.	$T = 11.217$	(30 T)
„	9.	$T = 11.267$	(30 T)
März	9.	$T = 11.275$	(20 T)
April	28.	$T = 11.400$	(20 T).

Die letzte von Fräulein Honegger gemachte Beobachtung erhielt das Gewicht $^1/_2$. Aus diesen Zahlen folgt im Mittel

$$T = 11^{s}.280.$$

Der Abstand Spiegel—Walze ergab sich im Mittel aus mehreren Messungen 4578 mm. Der Winkelwerth eines Millimeters auf der Walze ist daher $\frac{1}{2d \,.\, \sin 1''} = 22''.53$, und hieraus folgt die Reductionsconstante für 1 mm Ordinatenänderung der Curve

$$22''.53 \; \frac{T_0^2}{T^2} = 0''.02930$$

oder für einen Theil der zu den Ablesungen benutzten Glasscala (5 mm)

$$\mathbf{0''.1465.}$$

Dieser Werth ist überall angewandt, wo eine Uebertragung der gewählten Einheit (5 mm) auf Winkelwerth stattgefunden hat.

Es möge noch, wie früher, erwähnt werden, dass die durch die Curve aufgezeichneten Verrückungen des Lichtpunkts die 7040-fache Vergrösserung derjenigen linearen Bewegungen sind, welche die Spitze eines vertical hängenden Pendels von 1 m Länge ausführt.

Die Ablesung der Curven ist genau in der früheren Weise geschehen, auf den Uhrfehler des Registrirapparates ist dabei Rücksicht genommen. Um die Nullpunktscorrectionen zu berücksichtigen, haben die directen Ablesungen die entsprechenden Correctionen erhalten.

Curven-Ablesungen, auf gemeinsamen Nullpunkt reducirt.

Bemerkung: Die Ablesungen wachsen, wenn das Pendel von Ost nach West wandert.

Puerto Orotava. Teneriffa.

Mittlere Ortszeit	December 1890						Januar 1891													
	26.	27.	28.	29.	30.	31.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
0^h	19.8	19.7	21.8	23.8	24.7	25.2	26.5	28.1	29.2	30.2	32.6	32.6	32.6	36.0	37.0	39.1	40.1	42.1	43.9	44.9
1	19.1	18.7	21.4	23.3	24.1	24.5	25.5	26.8	28.1	29.1	31.7	31.5	32.3	36.2	37.0	39.0	40.0	40.8	42.7	44.0
2	18.7	18.8	21.2	23.0	23 7	23.9	24.9	26.6	27.2	28.5	31.1	31.0	32.6	36.2	37.2	38.8	40.5	40.2	41.8	43.1
3	18.4	19.1	20.3	22.9	23.9	22.9	25.0	25.8	27.1	28.7	30.4	30.6	32 9	36.3	37.2	39.0	40.7	39.3	40.8	43.2
4	18.4	19.6	19.6	23.1	24.0	23.4	25.4	25.7	27.1	29.2	30.1	30.9	33.0	36.1	37.5	39.3	40.8	38.7	40.2	43.8
5	18.6	20.0	20.1	23.4	24.6	23.9	25.7	26.2	27.7	29.7	30.4	31.4	33.3	36.2	37.8	39.5	41.0	39.2	40.7	44.3
6	18.7	20.4	21.0	23.6	24.8	24.6	26.1	26.7	28.0	30.1	31.1	32.0	33.7	36.5	38.0	39.8	41.2	40.1	41.7	44.7
7	18.8	20.7	21.8	23.7	25.1	24.8	26.9	27.3	28.6	30.4	31.5	32.5	34.2	36.8	38.2	39.9	41.3	40.9	42.5	45.1
8	19.0	21.0	22.7	23.7	25.6	25.3	27.5	27.9	29.0	30.9	32.1	33.1	34.8	37.1	38.6	40.1	41.7	41.6	43.1	45.5
9	19.1	21.5	23.2	23.7	25.7	25.7	27.8	28.4	29.3	31.3	32.5	33.3	35.3	37.3	39.0	40.2	42.0	42.1	43.1	45.9
10	19.3	21.8	23.7	23.7	25.8	25.9	28.1	28.8	29.8	31.6	33.0	33.6	35.4	37.7	39.2	40.3	42.2	42.1	44.1	46.1
11	19.5	22.2	24.1	23.8	25.7	26.3	28.4	29.1	30.0	31.9	33.2	34.1	35.6	38.1	39.5	40.7	42.5	42.7	44.7	46.3
12	19.8	22.6	24.5	23.8	25.8	26.6	28.6	29.5	30.2	32.1	33.4	34.2	35.8	38.2	39.8	41.0	42.8	43.5	45.0	46.6
13	19.9	22 8	24.7	23.9	25.9	27.0	28.9	29.8	30.3	32.3	33.5	34.1	36.0	38.2	40.0	41.1	43.1	43.9	45.2	46.7
14	20.4	23.0	24 8	24.1	26.2	27.4	29.2	30.1	30.4	32.5	33.5	34.2	36.1	38.5	40.1	41.2	43.1	44.3	45.3	47.0
15	20.6	23.3	24.8	24.3	26.5	27.7	29.5	30.5	30.5	32.9	33.6	34.2	36.2	38.7	40.1	41.1	43.2	45.3	45.6	47.3
16	20.6	23.5	24.9	24.4	26.7	27.9	29.8	30.8	30.9	33.1	33.7	34.2	36 3	38.7	40.3	41.2	43.1	44.9	45.9	47.3
17	20.8	23.6	25.1	24.5	26.9	28.3	30.0	30.9	31.2	33.4	33.9	34.3	36.5	38.6	40.5	41.3	43.2	45.1	46.0	47.6
18	21.0	23.6	25.2	24.6	27.0	28.4	30.1	31.1	31.6	33.8	34.1	34.4	36.9	38.6	40.5	41.6	43.3	45.4	46.1	47.9
19	21.2	23.7	25.3	24.7	27.3	28.6	30.2	31.3	31.9	34.3	34.2	34.6	37.2	38.8	40.7	41.8	43.3	45.7	46.3	48.1
20	21.6	23.7	25.3	24.9	27.5	28.8	30.4	31.4	32.1	34.6	34.2	34.8	37.4	38.9	40.6	42.1	43.4	46.0	46.7	48.2
21	21.8	23.7	25.2	25.1	27.4	28.8	30.5	31.4	32.2	35.0	34.2	35.1	37.4	39.0	40.7	42.2	43.4	46.1	46.7	48.2
22	21.9	23.5	25.0	25.0	27.4	28.7	30.4	31.0	32.2	35.0	34.1	35.1	37.4	39.0	40.7	42.0	43.7	46.1	46.5	48.2
23	21.2	22.8	24.6	24.7	26.5	27.8	29.7	30.3	31.5	34.2	33.7	33.8	36.3	38.0	39.9	41.3	42.9	45.3	45.6	47.8

Mittlere Ortszeit	Januar 1891																	Februar 1891		
	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.	1.	2.	3.
0^h	46.7	47.9	46.6	46.9	47.6	46.2	46.4	44.7	43.7	44.3	44.7	44.7	45.5	47.9	49.0	49.0	51.4	50.3	51.0	50.0
1	46.0	47.7	45.7	46.7	47.3	45.4	46.1	44.1	43.1	44.0	44.1	44.7	44.3	46.8	48.0	48.0	50.1	49.2	50.1	48.7
2	45.7	47.1	45.3	46.1	47.1	45.0	45.7	43.9	43.4	43.1	44.4	44.3	43.9	46.1	47.6	47.5	49.9	48.7	49.8	48.1
3	45.9	47.4	44.5	45.9	46.8	44.7	45.4	43.9	43.0	43.1	44.7	44.3	43.7	45.2	46.9	46.9	49.1	48.1	49.0	47.0
4	46.0	47.7	44.4	46.0	46.8	44.7	45.5	43.7	43.2	43.7	44.9	43.3	43.7	44.9	46.3	46.7	48.6	47.6	48.8	47.0
5	46.3	48.0	45.2	46.2	46.7	44.8	45.4	44.1	43.5	44.0	45.0	43.6	43.7	45.1	46.5	46.9	48.8	47.8	49.0	47.2
6	46.7	48.0	45.8	46.6	46.7	45.2	45.4	44.6	43.8	44.3	45.0	44.0	44.3	45.7	47.2	47.5	49.3	48.6	49.7	47.8
7	46.9	48.1	46.1	46.9	46.9	45.5	45.5	44.7	44.1	44.6	45.1	44.7	45.1	46.6	48.0	48.4	50.0	49.4	50.3	48.7
8	47.1	48.1	46.5	47.1	47.0	45.7	45.5	45.0	44.5	45.1	45.3	45.2	45.9	47.5	48.7	49.1	50.7	50.1	50.9	49.4
9	47.4	48.2	46.8	47.3	47.0	46.0	45.8	45.2	44.7	45.7	45.5	45.7	46.6	48.2	49.3	49.9	51.1	50.8	51.4	50.0
10	47.7	48.1	46.9	47.1	47.0	46.1	45.9	45.4	44.9	46.0	45.8	46.1	47.1	48.9	49.8	50.1	51.6	51.2	51.2	50.6
11	47.8	48.1	47.1	47.5	47.0	46.2	46.0	45.7	45.1	46.3	45.9	46.4	47.7	49.3	50.2	50.0	51.9	51.7	50.6	50.9
12	47.9	48.1	47.2	47.4	47.0	46.3	46.1	45.6	45.2	46.6	46.1	46.7	48.2	49.8	50.5	51.3	52.2	52.0	50.8	51.1
13	48.0	48.1	47.3	47.5	47.1	46.4	46.3	45.5	45.3	46.7	46.3	46.9	48.6	50.1	50.7	51.4	52.4	52.3	51.1	51.3
14	48.2	48.2	47.3	47.4	47.1	46.3	46.1	45.3	45.4	46.7	46.1	47.1	48.9	50.4	51.0	51.8	52.7	52.5	51.2	51.5
15	48.2	48.3	47.4	47.7	47.2	46.2	46.5	45.1	45.6	46.8	46.5	47.2	49.1	50.7	51.3	52.2	52.9	52.7	51.3	51.7
16	48.2	48.3	47.6	47.8	47.3	46.2	46.5	45.1	45.5	46.8	46.6	47.3	49.3	51.0	51.4	52.4	53.1	53.0	51.7	52.0
17	48.0	48.5	47.7	48.0	47.4	46.2	46.6	45.0	45.3	46.9	46.5	47.6	49.7	51.2	51.7	52.6	53.3	53.2	52.0	52.2
18	48.1	48.4	47.8	48.0	47.6	46.2	46.7	45.0	45.2	46.9	46.7	47.8	50.0	51.5	51.9	52.8	53.5	53.4	52.4	52.7
19	48.1	48.3	47.9	48.0	47.7	46.3	46.7	45.1	45.3	47.0	46.8	48.0	50.2	51.7	52.2	53.1	53.6	53.7	52.8	52.9
20	48.1	48.3	48.0	48.0	47.9	46.3	47.0	45.0	45.2	47.1	46.6	48.0	50.5	52.1	52.3	53.4	53.7	53.8	53.1	53.0
21	48.2	48.5	48.0	47.8	48.1	46.3	47.1	44.9	45.2	47.1	46.4	48.0	50.7	52.1	52.3	53.5	53.7	53.7	53.1	53.0
22	48.3	48.3	48.0	47.8	48.0	46.2	46.8	44.8	45.3	47.0	46.2	47.8	50.3	51.9	52.0	53.3	53.4	53.6	52.7	52.7
23	48.4	47.4	47.1	47.7	47.2	46.1	45.7	44.5	45.0	46.1	45.7	47.0	49.4	50.7	50.8	52.5	52.1	52.3	51.5	51.8

Mittlere Ortszeit	Februar 1891																				
	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.
0^h	50.4	50.6	51.2	52.0	52.0	52.2	52.9	52.0	53.8	53.8	53.9	53.9	53.4	53.4	53.3	52.9	52.0	50.9	51.3	50.2	51.1
1	49.5	48.8	50.0	50.8	50.9	51.7	52.8	51.6	53.1	52.7	52.8	53.0	52.2	52.3	52.5	51.4	50.9	50.1	50.2	49.8	50.6
2	49.2	48.3	49.8	50.6	50.8	51.8	53.1	51.9	52.9	52.5	53.0	52.8	51.9	52.1	52.3	51.2	50.8	50.0	49.8	49.2	50.2
3	49.0	47.8	49.3	50.1	50.7	51.1	53.3	52.1	53.3	52.3	53.2	52.3	51.7	51.7	52.1	51.2	50.3	49.4	49.3	49.3	49.9
4	48.7	47.3	48.9	50.2	50.7	51.4	53.4	52.3	53.7	52.7	53.4	51.8	51.3	51.9	52.0	50.9	49.9	49.1	48.9	49.8	50.9
5	48.9	47.3	49.0	50.4	51.0	51.8	53.6	52.4	54.0	53.1	53.7	51.7	51.4	52.0	51.8	51.1	49.8	48.9	48.7	49.9	50.3
6	49.3	48.0	49.6	50.7	51.4	52.1	53.6	52.8	54.2	53.6	54.1	52.4	51.9	52.2	51.9	51.3	50.2	49.4	49.1	50.1	50.7
7	49.9	48.8	50.0	51.0	51.7	52.3	53.6	53.1	54.3	53.9	54.3	53.0	52.5	52.5	52 7	51.6	50 8	49.8	49.5	50.1	50.8
8	50.4	49.6	50.4	51.4	52.0	52.6	53.7	53.5	54.5	54.3	54.7	53.6	53.1	53.0	53.4	51.9	51.4	50.5	50.0	50.1	50.8
9	51.0	50.1	51.0	51.8	52.3	52.9	53.7	53.7	54.8	54.7	55.1	54.1	53.7	53.2	54.0	52.3	52.1	51.0	50.3	50.1	50.9
10	51.4	50.5	51.7	52.1	52.9	53.2	53.7	54.0	55.0	55.0	55.2	54.6	54.2	53.5	54.4	52.6	52.6	51.6	50.6	50.2	51.1
11	51.8	51.0	52.0	52.4	53.2	53.7	53.8	54.3	55.3	55.2	55.4	54.9	54.6	53.7	54.8	52.8	52 8	52 2	51.1	50.3	51.2
12	52.0	51.3	52.3	52.7	53.5	54.0	54.0	54.6	55.5	55.4	55.5	55.0	54.9	53.9	55.0	53 1	53.0	52.5	51.3	50.4	51.4
13	52.1	51.7	52.6	52.9	53.7	54.1	54.1	54.9	55.7	55.6	55 7	55.1	55.1	54.1	55.0	53.2	53.1	52.7	51.5	50.4	51.5
14	52.4	51.9	52.8	53.0	53.9	54.3	54.3	55.1	55.8	55.8	55.9	55.2	55.2	54.4	55.0	53.5	53 0	53.0	51 5	50.5	51 5
15	52.6	51.9	53.1	53.1	54.0	54.5	54.5	55.4	56.0	55.8	56.2	55.4	55.3	54.5	55.1	53.6	52.8	53.1	51.6	50.5	51.5
16	52.8	52.0	53.3	53.3	54.0	54.5	54.7	55.7	56.3	56.0	56.4	55.7	55.6	54.7	55.2	53.7	52.7	53.2	51.7	50.7	51.5
17	53.0	52.4	53.6	53.5	54.1	54.6	54.9	55.7	56.5	56.1	56.5	55.9	56.0	55.1	55.5	54.0	52.9	53.2	51.9	50.7	51.4
18	53.3	52.8	54.0	53.8	54.2	54.6	54.9	55.4	56.5	56.3	56.5	56.1	56.4	55.4	55.9	54.4	53.0	53.4	52.2	50.7	51.3
19	53.8	53.0	54.5	54.0	54.4	54.6	54.9	55.4	56.6	56.5	56.5	56.3	56.6	55.8	56.5	54.8	53.2	53.9	52.5	50.6	51.0
20	54.2	53.4	54.7	54.2	54.7	54.5	55.0	55.4	56.6	56.4	56.6	56.4	56.8	55.8	56.8	54.9	53.3	54.2	52.9	50.7	50.9
21	54.3	53.6	55.0	54.1	54.7	54.7	54.9	55.3	56.4	56.4	56.6	56.2	56.7	55.9	56.7	55.0	53.4	54.3	53.0	51.0	50.9
22	54.0	53.6	54.9	54.0	54.6	54.7	54.6	55.3	56.2	56.5	56.5	55.8	56.1	55.9	56.0	54.6	53.5	53.5	52.6	51.0	50.6
23	52.5	52.9	53 2	53.4	53.5	53 5	53.4	55.0	55.1	55.3	55.4	54.6	55.0	54.4	54.7	53.8	52.6	52.6	51.3	51.0	50.3

Mittlere Ortszeit	Februar 1891				März 1891															
	25.	26.	27.	28.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
0^h	49.1	48.3	49.3	49.2	47.4	47.7	45.4	44.6	43.8	44.8	45.2	41.9	43.7	42.5	43.6	43.0	45.9	44.6	45.0	44.0	45.0
1	50.1	47.0	49.1	48.2	46.8	47.2	45.0	44.8	43.5	44.5	44.6	44.4	43.2	42.8	43.2	42.9	45.0	43.7	44.8	43.9	44.2
2	49.6	46.5	49.0	47.6	46.1	47.2	44.8	44.9	43.3	44.6	44.4	44.2	43.0	42.9	42.9	43.1	45.0	44.2	44.6	44.2	44.0
3	49.7	46.2	49.1	47.3	46.4	47.2	44.7	45.2	44.2	44.7	44.1	43.9	42.8	42.8	43.1	43.6	44.1	44.6	45.2	44.1	43.9
4	49.8	46.2	49.2	47.1	46.7	47.4	44.7	45.4	44.7	44.9	43.9	43.4	42.5	43.0	43.3	43.7	43.5	44.0	45.7	44.1	43.7
5	49.8	46.9	49.3	46.8	47.2	47.8	44.7	45.2	45.4	45.3	43.6	42.9	42.1	43.2	43.5	43.6	43.2	43.9	46.1	43.9	44.0
6	49.8	47.3	49.7	47.5	47.8	48.1	45.3	45.4	45.9	45.7	44.1	43.4	42.5	43.4	43.8	43.9	43.8	44.6	46.4	44.6	44.4
7	49.6	47.8	49.8	48.2	48.3	48.3	46.0	45.7	46.3	46.0	44.8	44.0	43.1	43.6	44.1	44.4	44.1	45.0	46.7	45.3	44.9
8	49.6	48.2	49.9	49.0	48.8	48.6	46.5	46.0	46.7	46.3	45.5	44.8	43.7	43.8	44.3	45.0	44.4	45.4	46.8	45.9	45.2
9	49.8	48.4	50.0	49.5	49.2	48.7	46.7	46.2	47.0	46.5	46.2	45.3	44.2	44.1	44.5	45.4	44.7	45.7	46.9	46.3	45.4
10	49.7	48.8	50.1	49.9	49.5	48.9	47.0	46.3	47.3	46.7	46.7	45.9	44.7	44.4	44.7	45.7	45.0	46.0	47.0	46.7	45.6
11	49.8	49.2	50.2	50.1	49.7	49.1	47.1	46.4	47.6	47.1	47.1	46.2	45.1	44.9	44.9	46.0	45.4	46.2	47.2	47.0	45.8
12	50.0	49.4	50.3	50.2	49.9	49.2	47.3	46.4	47.9	47.4	47.4	46.5	45.4	45.3	45.1	46.4	45.9	46.4	47.2	47.3	45.9
13	50.1	49.9	50.6	50.3	50.0	49.3	47.5	46.5	48.2	47.6	47.6	46.8	45.7	45.7	45.3	46.7	46.3	46.7	47.3	47.5	45.9
14	50.2	50.1	50.9	50.4	50.1	49.4	47.7	46.5	48.3	47.9	47.8	47.0	45.8	46.0	45.5	46.9	46.7	46.9	47.2	47.7	45.8
15	50.2	50.3	51.3	50.4	50.2	49.5	48.0	46.6	48.5	48.1	47.9	47.1	45.7	46.3	45.7	47.1	47.0	47.0	47.3	47.7	45.9
16	50.2	50.2	51.6	50.4	50.3	49.5	48.1	46.8	48.6	48.2	48.1	47.2	45.7	46.5	45.8	47.0	46.9	47.1	47.3	47.7	46.0
17	50.2	50.1	51.9	50.4	50.4	49.5	48.2	47.1	48.8	48.3	48.2	47.3	45.7	46.6	45.8	47.1	47.0	47.2	47.3	47.8	46.1
18	50.2	50.0	52.0	50.5	50.5	49.5	48.1	47.4	49.2	48.1	48.2	47.1	45.9	46.7	45.9	47.1	47.1	47.1	47.3	48.0	46.1
19	50.1	50.0	52.2	50.5	50.5	49.6	48.0	47.6	49.8	48.5	48.3	47.4	46.0	46.9	46.0	47.7	47.5	47.0	47.4	48.4	46.0
20	49.9	49.9	52.1	50.4	50.3	49.4	47.8	47.6	49.7	48.4	48.2	47.2	45.9	47.1	46.0	47.4	47.6	47.0	47.4	48.8	45.8
21	49.7	49.8	51.9	50.3	50.2	49.2	47.3	47.2	49.3	48.5	48.0	47.1	45.6	46.7	46.0	47.0	47.4	46.9	47.3	48.1	45.4
22	49.4	49.7	51.6	49.8	49.9	48.4	46.4	46.2	48.7	48.2	47.6	46.3	44.8	46.0	45.3	46.7	46.9	46.0	46.1	47.0	44.3
23	49.0	49.5	50.5	48.5	49.0	46.7	44.1	44.9	46.6	46.6	46.1	44.8	43.5	44.5	44.0	46.1	45.8	45.6	44.9	46.0	42.8

Mittlere Ortszeit	März 1891														April 1891						
	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
0^h	42.2	42.7	42.8	41.7	42.2	43.2	43.2	44.0	44.1	43.1	41.9	41.9	41.0	41.9	43.1	42.3	41.2	40.4	41.2	42.1	39.7
1	42.6	43.0	41.9	41.6	41.8	43.3	43.9	43.0	43.4	42.8	41.6	41.3	41.0	41.5	43.0	42.2	40.9	40.1	40.6	42.0	39.6
2	42.4	42.9	41.7	41.6	41.9	43.3	44.2	43 3	43.4	42.8	41.5	41.5	41.6	41.7	42.9	42.2	41.2	40.2	40.5	41.7	39.6
3	42.2	42.9	41.7	41.8	41.9	43.4	44.4	43.3	43.4	42 7	41.6	41.7	41.7	41.7	42.7	42.2	41.6	40.9	40.5	41.5	39.5
4	42.0	43.3	41.5	41.7	41.9	43.7	41.5	43.4	43.7	42.8	41.5	41.7	41.8	41.2	42.8	42.3	11.8	41.1	40.2	41.4	39.4
5	42.6	43.6	42.0	42.1	42.6	43.9	44.5	43.6	44.1	43.1	41.5	41.8	41.3	41.4	42.9	42.4	41.9	41.1	40.0	41.4	39.4
6	43.0	43.4	42.4	42.6	42.9	44.1	44.6	43.9	44.6	43.5	41.8	42.0	41.2	41.7	43.0	42.4	42 1	41.5	40.4	41.5	39.6
7	43.4	43.6	42.8	43.0	43.3	44.3	44.6	44.3	44.9	43.8	42.1	42.2	41.5	41.8	43.0	42.4	42.2	41.8	40.8	41.4	39.8
8	43.8	43.7	43.2	43.3	43.7	44.4	44.9	44.7	45.2	44.3	42.4	42.4	41.6	42.0	42.9	42.4	42.2	41.9	41.0	41.5	40.0
9	44.2	44.0	43.6	43.5	44.0	44.7	45.2	45.1	45.4	44.7	42.9	42.7	41.7	42.1	43.0	42 4	42.3	42.2	41.3	41.5	40.3
10	44.5	44.3	43.9	43.7	44.3	44.8	45.6	45.5	45.8	45.0	43.1	42.8	41.9	42.3	43.1	42.5	42.5	42.3	41.4	41.5	40.7
11	44.6	44.7	44.1	44.0	44.7	45.0	45.9	46.0	46.1	45.3	43.4	42.9	42.0	42.4	43.4	42.5	42.7	42.5	41.5	41.5	41.0
12	44.7	45.0	44.3	44.2	45.0	45.2	46.2	46.3	46.2	45.6	43.8	43.2	42.1	42.5	43.5	42.5	42.8	42 8	41.5	41.5	41.2
13	44.8	45.3	44.3	44.4	45.3	45.2	46.5	46.6	46.2	45.7	44.0	43.2	42.3	42.7	43.5	42.4	43.0	42.8	41.5	41.6	41.4
14	44.8	45.5	44.4	44.5	45.6	45.4	46.8	46.8	46.3	45.9	44.3	43.4	42.5	42.9	43.5	42.3	43.1	42.8	41.5	41.6	41.6
15	11 9	45.7	41 2	41.7	45.9	45.5	47.0	46.7	46.4	46.1	44 6	43.4	42 7	13 2	43.6	42 4	13.2	42.7	41.5	41.5	41.8
16	44.8	45.8	44.1	45.0	45.9	45.5	47.0	46.6	46.5	46.1	44.8	43.5	43.0	43.5	43.7	42.5	43.1	42 7	41.6	41.5	41.8
17	44.8	46.1	44.0	45.3	45.8	45.4	46.9	46.6	46.5	46.0	45.0	43.7	43.1	43.6	43.6	42.6	43.0	42.7	41.7	41.5	41.7
18	44.7	46.7	44.0	45.5	45.8	45.3	46.8	46.7	46.5	45.8	44.8	43.8	43.4	43.7	43.5	42.7	43.0	42.6	41.9	41.6	41.7
19	44.5	46.8	44.0	45.5	45.9	45.2	46.9	46.8	46.1	45.5	44.8	43.7	43.5	43.7	43.5	42.7	43.1	42.7	42.0	41.9	41.9
20	44.4	46.5	44.1	45.4	45.8	45.2	46.8	46.8	45.9	45.1	44.4	43.4	43.6	43.6	43.7	42.8	43.4	42.8	42.2	42.0	42.0
21	44.0	46.4	44.1	45.1	45.5	45.2	46.4	46.7	45.5	44.7	44.1	43.4	43.7	43.6	43.4	43.0	43.4	42.7	42.3	41.7	41.7
22	42.9	45.3	43.4	45.2	44.7	45.1	46.0	46.0	44.8	43.8	43.5	43.6	42.8	43.3	42.9	42.9	42.2	42.4	42.4	40.5	40.3
23	42.3	43.6	42.3	43.4	43.5	44.1	45.2	44.9	44.0	42.6	43.4	41.9	41.4	43.2	42.7	42.4	41.2	41.9	42.2	39.7	39.7

Mittlere Ortszeit	April 1891																			
	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.
0^h	39.8	40.8	42.2	39.1	39.7	38.4	37.6	39.0	36.0	35.4	35.1	35.6	36.4	37.7	36.2	37.6	37.0	39.4	38.0	37.1
1	39.8	41.0	41.8	38.9	39.3	38.2	37.6	38.0	35.8	35.8	34.8	36.0	36.0	37.5	36.5	37.9	36.4	39.1	38.0	36.6
2	40.0	41.0	40.9	39.0	39.5	38.4	37.9	37.9	35.9	35.5	35.0	35.7	36.0	37.4	36.3	38.1	36.7	38.4	37.6	37.0
3	40.2	41.1	41.0	39.1	39.7	38.6	38.0	37.9	36.1	35.4	35.0	35.8	36.1	37.5	36.4	38.0	37.2	38.1	37.4	36.9
4	40.3	41.1	41.2	39.9	40.0	39.1	38.3	37.8	36.5	36.0	35.3	35.9	36.2	37.5	36.4	38.1	37.4	38.2	37.8	37.0
5	40.3	41.0	41.4	40.3	40.3	39.4	38.7	37.9	36.9	36.1	36.0	36.1	36.4	37.6	36.9	38.2	37.7	38.2	38.3	37.4
6	40.4	41.0	41.7	41.1	41.1	40.1	39.2	38.5	37.0	36.4	36.5	36.6	36.9	37.7	37.2	38.2	38.0	38.3	38.4	37.7
7	40.3	41.0	41.7	41.8	41.7	40.6	39.6	38.6	37.2	36.9	36.9	37.0	37.2	37.9	37.5	38.1	38.1	38.3	38.5	37.8
8	40.4	41.0	41.8	42.1	42.0	41.0	39.9	39.0	37.3	37.2	37.3	37.5	37.6	38.0	37.8	38.2	38.3	38.7	38.5	37.9
9	40.4	41.1	41.9	42.5	42.2	41.2	40.1	39.4	37.4	37.5	37.8	37.9	37.8	38.1	38.1	38.3	38.4	39.1	38.5	38.0
10	40.6	41.2	42.0	42.7	42.4	41.4	40.4	39.6	37.4	38.0	38.1	38.3	38.0	38.4	38.4	38.5	38.5	39.4	38.6	38.1
11	40.7	41.3	42 0	42.9	42.5	41.5	40.7	39.6	37.4	38.4	38.4	38.7	38.2	38.7	38.8	38.8	38.6	39.6	38.8	38.2
12	40.9	41.3	42.1	43.1	42.7	41.7	41.0	39.5	37.5	38.7	38.6	38.9	38.4	39.0	39.1	39.0	38.7	39.7	38.9	38.3
13	41.0	41.4	42.2	43.2	43.0	41.9	41.3	39.5	37.5	39.0	38.9	39.1	38.6	39.2	39.4	39.1	38.9	39.8	39.0	38.5
14	41.0	41.5	42.1	43.3	43.2	42.1	41.5	39.5	37.5	39.0	39.1	39.4	38.9	39.3	39.5	39.2	38.9	40.0	39.0	38.6
15	41.1	41.4	42.2	43.4	43.2	42.2	41.5	39.6	37.6	39.0	39.3	39.6	39.2	39.4	39.7	39.3	39.0	40.1	38.9	38.5
16	41.0	41.5	42.2	43.2	43.1	42.1	41.5	39.7	37.7	39.2	39.5	39.7	39.5	39.5	39.7	39.2	39.1	40.2	38.8	38.6
17	41.0	41.5	42.3	43.1	42.9	42.2	41.4	39.9	37.8	39.4	39.7	39.9	39.7	39.7	39.6	39.1	39.1	40.2	38.7	38.7
18	40.9	41.7	42.4	43.0	42.8	42.1	41.3	40.0	38.0	39.7	40.0	40.0	39.9	40.0	39.7	39.1	39.2	40.0	38.7	38.9
19	40.9	41.8	42.3	43.0	42.7	42.1	41.1	40.1	38 1	40.0	40.3	40.4	40.1	40.7	39.9	39.4	39.2	39.8	38.8	39.0
20	40.9	42.0	42.3	43.0	42.7	41.9	41.0	39.9	38.2	40.3	40.4	40.9	40.4	40.5	40.1	39.5	39.3	39.6	38.8	39.0
21	40.9	42.1	42.2	42.7	42.0	41.4	40.8	39.3	38.2	39.8	39.8	40.4	40.0	40.0	39.3	39.4	39 5	39.4	38.7	38.1
22	41.0	42.2	42.1	41.4	40.3	39.7	40.1	38.6	37.7	37.7	38.1	38.9	38.5	38.7	38.0	38.2	39.5	39.3	38.4	36.8
23	40.8	42.2	40.1	40.8	39.1	38.6	39.5	36.8	36.9	36.0	36.6	37.4	38.5	37.0	38.0	37.0	39.5	39.1	37.6	37.0

IV. Ueber die Einwirkung des Mondes auf das Pendel.

Wie bei fast allen physikalischen Erscheinungen auf der Erdoberfläche, welche bisher den Gegenstand fortgesetzter Beobachtungen gebildet haben, so finden wir auch in dem Verlaufe der Oscillationen des Pendels als hervorragende Eigenthümlichkeit eine deutlich ausgesprochene tägliche Periode vor. Obwohl sofort zu erkennen ist, dass die Amplitude derselben beträchtlichen Schwankungen unterworfen ist, so ist doch die Regelmässigkeit überraschend, mit der sich diese tägliche Aenderung vollzieht.

Die Amplitude der täglichen Schwankung ist in Wilhelmshaven wesentlich grösser, als in Potsdam und Orotava, wie überhaupt die Bewegungen an ersterem Orte in jeder Beziehung intensiver und mannigfaltiger sind, als an den letzteren. Ferner ist daselbst zu gewissen Zeiten besonders deutlich ein secundäres, in die Nachtstunden fallendes Maximum zu bemerken, welches sowohl durch die leicht erkennbare Periodicität seines Auftretens, wie durch seine Verschiebung auf der Curve besondere Aufmerksamkeit erregte.

Es wurde nun bald bemerkt, dass das secundäre Maximum in gewissen Phasen des Mondlaufes stärker hervortritt, in den dazwischenliegenden dagegen verschwindet. Um Klarheit darüber zu erlangen, ob man berechtigt sei, hier in der That einen Einfluss des Mondes vorauszusetzen, wurden möglichst vorurtheilsfreie Aufzeichnungen über die mehr oder minder deutliche Sichtbarkeit jenes Maximums gemacht und dieselben mit einer Tabelle der Mondculminationen (bezw. der für Wilhelmshaven vorausberechneten Hochwasserzeiten, deren Mittheilung ich Herrn Professor Boergen verdanke) verglichen. Diese Vergleichung ergab in Folge des unverkennbaren Fortrückens der secundären Welle, und da dieselbe stets, wenn eine Culmination ungefähr

mit dem Minimum der Hauptwelle zusammentraf, auf letzteres projicirt erschien, mit grosser Wahrscheinlichkeit eine Abhängigkeit von der Stellung des Mondes.

Ein erster Versuch, einen numerischen Ausdruck für dieselbe zu finden, wurde mit der ersten Hälfte der Ablesungen unter der Voraussetzung gemacht, dass das betreffende Mondglied dem Hauptgliede der Gezeiten entspreche, somit zwischen zwei aufeinander folgenden Mondculminationen seine Periode zweimal durchlaufe. Dazu vereinigte ich alle Tage mit nahezu gleichen, beziehentlich um 12 Mondstunden verschiedenen Culminations- oder Hochwasserzeiten und verglich dieselben mit den Tagen, an welchen diese Epochen um 6^h früher oder später eintrafen. Das unzweideutige Resultat dieser Gegenüberstellung war eine halbtägige Oscillation von $0''.29$ ganzer Amplitude, deren Maxima gegen die Hochwasserzeiten durchschnittlich um $1\frac{1}{4}^h$ verfrüht eintraten.

Dieses Ergebniss veranlasste mich, eine gründlichere Untersuchung sowohl für Wilhelmshaven, als auch für die beiden anderen Orte anzustellen, obgleich daselbst die Curven nicht ohne Weiteres einen so deutlichen Anhalt für ein positives Resultat geben. Es wurden dazu, um jede Subjectivität in der Bearbeitung auszuschliessen, die vollständigen Ablesungen, wie sie sich nach Reduction auf einen gemeinsamen Nullpunkt unter Berücksichtigung der von Zeit zu Zeit erforderlichen Correctionen des letzteren ergeben haben und in den obigen Tabellen mitgetheilt sind, der Rechnung zu Grunde gelegt. Diese Zahlengrössen wurden ebenso, wie es bei den Gezeitenbeobachtungen des Meeres mit den stündlichen Wasserstandsbeobachtungen geschieht, nach der in Professor Boergens Schrift: „Die harmonische Analyse der Gezeitenbeobachtungen“[1]) gegebenen Methode behandelt. Natürlich musste es hier vorzugsweise auf die Ermittelung des halbtägigen Hauptgliedes, welches a priori als das bei Weitem grösste angenommen werden muss, ankommen. Zur Anwendung obigen Verfahrens ist es erforderlich, gewisse Intervalle der Be-

[1]) Annalen der Hydrographie etc. XII. Jahrg. 1884. Die Methode besteht darin, dass die ursprünglich nach Sonnenzeit geordneten stündlichen Ablesungen unter Berücksichtigung des Voreilens derselben gegen Mondzeit nach letzterer in Schemata eingetragen werden. Die Mittelwerthe für jede Mondstunde geben bei Zusammenfassung eines Mondumlaufes sehr nahe die Beträge der Mondglieder und lassen sich um so genauer auf letztere reduciren, je umfangreicher die Beobachtungen sind.

obachtungen abzugrenzen, deren Länge die möglichst vollständige Eliminirung der vom Sonnenstande abhängigen periodischen Bewegungen verbürgt.

Gegenüber den Gezeitenbeobachtungen besitzen die vorliegenden Beobachtungen von Lothabweichungen den Nachtheil, dass die Oscillation, welche man ermitteln will, von vornherein als sehr klein anzusehen ist im Vergleich zu den grossen, stark veränderlichen Gliedern der täglichen Periode, deren Gesetze noch ganz unbekannt sind, und dem Gange des Nullpunktes. Da sich die Beobachtungen eines Tages sehr nahe durch eine Formel von der Gestalt

$$N_0 + \beta t + \gamma t^2 + \ldots a_1 \cos t + b_1 \sin t + a_2 \cos 2t + b_2 \sin 2t + \ldots$$
$$+ \text{ den gesuchten Mondgliedern}$$

darstellen lassen, so ergeben sich leicht einige Schlussfolgerungen über den Einfluss der Veränderlichkeit der Constanten dieser Formel von Tage zu Tage auf die nach Mondstunden geordneten Mittelwerthe für eine bezw. mehrere Mondperioden. Aus der Veränderlichkeit des Nullpunktes werden nämlich ebenfalls Glieder von der Form

$$\beta' t_{\mathbb{C}} + \gamma' t_{\mathbb{C}}^2 + \ldots$$

entstehen, während die Glieder der täglichen Periode solche von der Form

$$a_1^1 \cos t_{\mathbb{C}} + b_1^1 \sin t_{\mathbb{C}} + a_2^1 \cos 2t_{\mathbb{C}} + \ldots$$

erzeugen, wie sich aus einer einfachen Betrachtung über die Zusammensetzung der Mittelwerthe ergiebt. Diese Glieder verschwinden, wenn die tägliche Periode constant und der Nullpunkt unveränderlich ist, und werden, da diese Grössen in Wahrheit veränderlich sind, aber nur um Mittelwerthe (möglicherweise in der Periode von einem Jahre) schwanken, um so kleiner werden, je grösser die Beobachtungsreihe ist, über die man verfügt.

1. Wilhelmshaven und Potsdam.[1])

Die vorgeschriebene Länge der anzuwendenden Intervalle (Vielfache einer Mondperiode) gestattet wegen der vorhandenen nicht ausfüllbaren Lücken für den vorliegenden Zweck nicht die völlige Ausnutzung der Beobachtungen. Es liessen sich folgende Gruppen bilden:

[1]) Die Beobachtungen an diesen beiden Orten sind, dem Gange der Untersuchung entsprechend, zusammen behandelt.

Wilhelmshaven	I.	März	21.	0^h	bis	April	18.	23^h,
	II.	Juni	27.	0^h	„	Juli	25.	23^h,
	III.	Juli	26.	0^h	„	August	24.	23^h,
	IV.	August	25.	0^h	„	September	22.	23^h,
Potsdam	I.	April	1.	0^h	„	April	29.	23^h,
	II.	April	30.	0^h	„	Mai	29.	23^h,
	III.	Juli	26.	0^h	„	August	23.	23^h,
	IV.	August	24.	0^h	„	September	22.	23^h.

Die Gruppen II, III, IV in Wilhelmshaven, sowie I, II und III, IV in Potsdam bilden eine zusammenhängende Reihe und wurden daher sowohl einzeln, als im Ganzen bearbeitet.

Wilhelmshaven.

Mond-Zeit	I	I	II	III	IV	II+III+IV	II+III+IV
	Beobachtet	Berechnet	Beobachtet				Berechnet
0^h	18.12	18.19	23.28	31.68	34.65	29.95	29.85
1	18.46	18.45	22.85	31.39	34.45	29.64	29.60
2	18.65	18.57	22.51	31.26	34.31	29.44	29.50
3	18.60	18.53	22.26	31.14	34.27	29.30	29.32
4	18.37	18.35	22.38	31.21	34.14	29.32	29.21
5	17.99	18.08	22.31	31.29	34.04	29.29	29.21
6	17.72	17.80	22.43	31.25	34.06	29.33	29.34
7	17.57	17.56	22.55	31.16	34.24	29.40	29.55
8	17.48	17.43	23.03	31.52	34.41	29.73	29.79
9	17.48	17.42	23.43	31.85	34.66	30.05	29.99
10	17.67	17.67	23.40	31.97	34.72	30.18	30.10
11	17.71	17.83	23.50	32.08	34.59	30.13	30.09
12	18.02	18.13	23.50	31.71	34.33	29.92	29.96
13	18.46	18.42	23.26	31.41	34.10	29.66	29.75
14	18.65	18.64	22.94	31.24	33.92	29.44	29.51
15	18.82	18.75	22.81	31.11	33.94	29.36	29.32
16	18.86	18.76	22.63	31.12	33.86	29.28	29.23
17	18.62	18.69	22.62	31.26	33.80	29.30	29.27
18	18.48	18.59	22.74	31.45	33.91	29.44	29.44
19	18.55	18.52	23.01	31.51	34.15	29.63	29.68
20	18.59	18.51	23.32	31.79	34.53	29.95	29.94
21	18.59	18.57	23.36	32.14	34.69	30.14	30.14
22	18.71	18.70	23.23	32.35	34.99	30.25	30.21
23	18.84	18.86	23.00	32.28	34.94	30.16	30.14

Potsdam.

Mond-Zeit	I	II	I+II	I+II	III	IV	III+IV	III+IV
	Beobachtet			Berechnet	Beobachtet			Berechnet
0^h	59.16	81.77	70.66	70.65	18.33	29.81	24.17	24.14
1	59.24	81.72	70.67	70.66	18.36	29.89	24.23	24.25
2	59.30	81.61	70.65	70.66	18.43	29.96	24.30	24.31
3	59.31	81.60	70.65	70.64	18.43	30.05	24.34	24.35
4	59.31	81.53	70.61	70.61	18.43	30.10	24.36	24.36
5	59.34	81.46	70.59	70.58	18.44	30.11	24.37	24.37
6	59.39	81.37	70.59	70.57	18.43	30.17	24.40	24.40
7	59.45	81.25	70.54	70.57	18.43	30.27	24.45	24.44
8	59.62	81.21	70.60	70.60	18.48	30.33	24.51	24.51
9	59.75	81.16	70.64	70.65	18.57	30.40	24.59	24.59
10	59.82	81.27	70.73	70.72	18.65	30.48	24.67	24.68
11	59.93	81.33	70.82	70.81	18.74	30.56	24.75	24.76
12	60.09	81.40	70.93	70.90	18.76	30.63	24.80	24.81
13	60.23	81.39	70.99	70.99	18.80	30.67	24.84	24.84
14	60.37	81.35	71.05	71.07	18.82	30.64	24.83	24.84
15	60.55	81.32	71.12	71.13	18.84	30.59	24.82	24.80
16	60.70	81.31	71.18	71.19	18.80	30.52	24.77	24.76
17	60.87	81.26	71.25	71.23	18.77	30.46	24.71	24.71
18	61.04	81.18	71.29	71.26	18.73	30.37	24.65	24.66
19	61.15	81.11	71.31	71.29	18.70	30.33	24.62	24.63
20	61.29	80.97	71.31	71.31	18.71	30.31	24.61	24.62
21	61.40	80.90	71.32	71.33	18.72	30.30	24.61	24.62
22	61.50	80.83	71.33	71.34	18.77	30.29	24.63	24.61
23	61.55	80.84	71.36	71.33	18.79	30.27	24.61	24.59

Die innerhalb vorstehender Grenzen liegenden Ablesungen wurden nun nach der zu Grunde gelegten Methode in Schemata eingetragen, aus welchen sich durch Bildung der Mittelwerthe für jede Mondstunde die in den vorstehenden Tabellen unter „Beobachtet“ eingetragenen Zahlen ergeben. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass für jede zusammenhängende Beobachtungsreihe die Mondstunde 0^h mit 0^h M. Sonnenzeit des Anfangstages zusammenfällt, also für

Wilhelmshaven I mit März 21. 0^h,
II, III, IV „ Juni 27. 0^h.
Potsdam I, II „ April 1. 0^h,
III, IV „ Juli 26. 0^h.

Was die Genauigkeit der in den Tabellen enthaltenen Zahlen betrifft, so ergiebt sich der wahrscheinliche Fehler derselben, wenn ich als äusserste Annahme den wahrscheinlichen Fehler einer Ablesung = 0.5 mm oder 0.1 Scalentheil setze, bei einer Länge des Intervalls von

1 Mondperiode = $\pm$ 0.018,
2 Mondperioden = $\pm$ 0.013,
3 „ = $\pm$ 0.011.

Aus den Zahlen der Tabellen ist zu ersehen, dass die Bewegung des Nullpunktes schon innerhalb der einzelnen Gruppen einigermaassen eliminirt ist. Dennoch ist klar, dass man zu ganz entstellten Resultaten gelangen würde, wenn man ohne Rücksicht auf den noch vorhandenen Gang, die Coefficienten der periodischen Glieder berechnen wollte. Ich habe daher, wenn man die Differenzen der Zahlen von dem arithmetischen Mittel der zugehörigen Columne f_r nennt, gesetzt:

$$f_r = \alpha + \beta\,(t_r - T) + \gamma\,(t_r - T)^2 + a_1 \cos t_r + b_1 \sin t_r + a_2 \cos 2t_r + b_2 \sin 2t_r\,,$$

wo r successive = 0, 1, 2 ... 23 und $T = \frac{23^h}{2}$ zu setzen ist und die für jede Gruppe sich ergebenden 24 Gleichungen nach der Methode der kleinsten Quadrate aufgelöst. Hierbei ergeben sich für β und γ meist beträchtliche Werthe, wie nach dem Anblick der Zahlen zu erwarten war, und die Coefficienten $a_1\ b_1\ a_2\ b_2$ weichen von den auf gewöhnlichem Wege berechneten so sehr ab, dass der Charakter der Periode ganz verändert wird.

Zur Controle wurden die stündlichen Werthe aus den erhaltenen Resultaten zurückberechnet und mit den Beobachtungen in so guter Uebereinstimmung gefunden, als es besonders für Wilhelmshaven bei den grossen Unregelmässigkeiten der dortigen Curven erwartet werden kann. Diese berechneten Werthe sind ebenfalls in den Zahlentabellen unter der Bezeichnung „Berechnet“ enthalten.

Von den gefundenen Zahlenwerthen interessiren in erster Linie die Coefficienten $a_2\ b_2$ bezw. die durch Vereinigung der beiden Glieder sich ergebenden Grössen m_2 und M_2 [1]). Für $a_1\ b_1$ werden zwar auch beträchtliche

[1]) Es ist $a_2 = m_2 \cos M_2$, $-b_2 = m_2 \sin M_2$ gesetzt.

Werthe erhalten, doch dürften diese auf die Schwankungen der Amplitude der täglichen Bewegung zurückzuführen sein, welche jedenfalls auch die Bestimmung der $a_2\, b_2$ etwas beeinflussen.

Indem wir nun die Ergebnisse für Wilhelmshaven und Potsdam trennen, erhalten wir zunächst für ersteren Ort:

Periode	a_1	b_1	a_2	b_2	m_2	M_2
I	+ 0.554	— 0.195	+ 0.164	+ 0.424	+ 0.454	291.°0
II	+ 0.017	— 0.339	+ 0.347	— 0.453	+ 0.571	52.5
III	+ 0.327	+ 0.079	+ 0.326	— 0.334	+ 0.467	45.7
IV	+ 0.157	+ 0.170	+ 0.265	— 0.285	+ 0.389	47.1
II—IV	+ 0.280	— 0.036	+ 0.347	— 0.368	+ 0.506	46.7.

In diesen Zahlen ist ohne Weiteres die gute Uebereinstimmung in den m_2 und M_2 zu erkennen. Um auch die Periode I vergleichbar zu machen, ist der Anfangspunkt der Zählung von t auf die Culmination zu verlegen, d. h. die Grösse zu bestimmen, welche in der Gezeitentheorie als „Verspätung der Tide“ bezeichnet wird.

In dem Ausdruck $m_2 \cos (M_2 + 2\, t)$ ist t auf den Greenwicher Meridian bezogen. Da die Längendifferenz $32.^{m}6$ beträgt, ist die zur Reduction auf Ortszeit erforderliche Correction für M_2 — $15.^{\circ}7$. Bezeichnet k eine Grösse, welche sich aus der Gleichung $k = V_0 + u - M_2$, wo $V_0 + u$ eine astronomische, aus den Tafeln des angeführten Werkes zu entnehmende Grösse ist, ergiebt, so wird das Argument des Cosinus $k - 2\, t$ und $t = \frac{k}{2}$ die „Verspätung der Tide“.

Nun ist

1889 März 21. 0^{h} M. Zt. W. $V_0 + u = 246.^{\circ}1$

Juni 27. 0^{h} „ „ „ $V_0 + u = 16.7$,

woraus sich ergiebt:

Periode	k	$\frac{k}{2}$
I	$330.^{\circ}7$	$11^{h}\ 2^{m}$
II	339.9	11 20
III	346.7	11 34
IV	345.3	11 31
II—IV	345.7	11 31.

An der Realität der Erscheinung ist angesichts dieser Resultate nicht mehr zu zweifeln, und der Betrag von $\frac{k}{2}$ bestimmt sich mit grosser Sicherheit. In Winkelwerth übertragen, ergiebt das Resultat der drei letzten Perioden als Formel für das halbtägige Glied:

$$(I) \qquad + 0''.142 \cos (345^{\circ}.7 - 2t),$$

giltig für die Monate Juli bis September 1889. Es darf angenommen werden, dass in dieser Formel der Einfluss der veränderlichen Elemente der Pendelbewegung ziemlich eliminirt ist. Werden nämlich in der Tabelle für Wilhelmshaven die Zahlen der mit II + III + IV überschriebenen Columne ohne Einführung der α, β, γ in der gewöhnlichen Weise behandelt, so erhält man für die halbtägige Welle

$$+ 0''.454 \cos (341^{\circ}.0 - 2t),$$

in der die Verspätung $11^{h}\ 22^{m}$ beträgt, und die Coefficienten a_1, b_1 nehmen verschwindende Werthe an. Letztere Formel stimmt, wie man sieht, sehr nahe mit der früheren überein, und es ergiebt sich, dass die östlichen Elongationen des Pendels ungefähr eine halbe Stunde v o r jeder Mondculmination eintreten.[1]) Auf diese Bestimmung der Phase ist für das Folgende Gewicht zu legen.

Da bei unseren Rechnungen die directe Anziehung des Mondes bisher nicht berücksichtigt wurde, so hat das nunmehr zu geschehen. Der Ausdruck für die Ablenkung im ersten Vertical ist unter Benutzung üblicher Bezeichnungen

$$-0''.0174 \sin 2z \sin a$$
$$= +0''.0174 \sin \varphi \sin 2\delta \cos (90^{\circ} + t) + 0''.0174 \cos \varphi \cos {}^{2}\delta \cos (90^{\circ} + 2t).$$

Die mittlere Breite der Beobachtungsorte ist 53° und mit dieser können die Coefficienten höchstens die Werthe von

$$+ 0''.0116 \text{ und } + 0''.0105$$

[1]) Boergen: „Die harmonische Analyse der Gezeitenbeobachtungen“ giebt für Helgoland und die halbtägige Mondtide (Jahrgang 1882) $k = 332^{\circ}.9$, sonach die Verspätung der Tide $= 11^{h}\ 6^{m}$. Nach dem Naut. Jahrbuche für 1890 tritt das Hochwasser in Wilhelmshaven $1^{h}\ 20^{m}$ später ein, als in Helgoland. Aus der Verbindung dieser Daten ergiebt sich, dass nach unseren Ergebnissen die östlichen Elongationen des Pendels in Wilhelmshaven ca. 1 Stunde vor dem Eintritt des Hochwassers stattfinden.

erlangen. Nimmt man Rücksicht auf die Veränderung der Declination des Mondes während eines Umlaufes, so erhält das zweite Glied den Nährungswerth:

$$+ 0''.01 \cos (90^\circ + 2t)$$

und man sieht, dass die Subtraction desselben von (I) letzteres Glied nur unwesentlich verändert, es wird nämlich

$$(I') \qquad + 0''.145 \cos (341^\circ.8 - 2t).$$

Wenden wir uns nun zu den Potsdamer Beobachtungen, so ist in derselben Anordnung wie oben

Periode	a_1	b_1	a_2	b_2	m_2	M_2
I	+ 0.099	— 0.191	+ 0.001	— 0.015	+ 0.015	86°.2
II	+ 0.202	— 0.184	+ 0.084	+ 0.070	+ 0.109	320.2
III	— 0.178	— 0.018	+ 0.029	+ 0.058	+ 0.065	296.5
IV	+ 0.066	+ 0.016	+ 0.110	+ 0.040	+ 0.117	340.0
I—II	+ 0.131	— 0.183	+ 0.035	+ 0.031	+ 0.047	318.5
III—IV	+ 0.052	— 0.032	+ 0.093	+ 0.036	+ 0.100	338.8.

Um diese Resultate mit denen für Wilhelmshaven zu vergleichen, sind die Zeichen umzukehren bezw. die Winkel M_2 um 180° zu vermehren. Wegen der durch die Kleinheit der Coefficienten bedingten Unsicherheit beschränken wir uns auf die Betrachtung der beiden letzten Zahlenreihen, für welche sich Folgendes ergiebt:

I+II Epoche April 1 0^h M. Zt. P. $V_0 + u = 339^\circ.2$, $k = 225^\circ.8$, $\frac{k}{2} = 7^h\,32^m$

III+IV „ Juli 26 0^h „ „ „ $V_0 + u = 30^\circ.5$, $k = 256^\circ.8$, $\frac{k}{2} = 8^h\,34^m$.

In Winkelmaass übertragen ist hiernach das halbtägige Glied (Reductionsconstante für I und II 0''.192, für III und IV 0''.209)

$$\begin{aligned} \text{I—II} \quad & + 0''.0090 \cos (225^\circ.8 - 2t) \\ \text{III—IV} \quad & + 0.0209 \cos (256.8 - 2t), \end{aligned}$$

oder im Mittel

$$(II) \qquad + 0''.0142 \cos (247''.5 - 2t).$$

Dieses Glied ist zwar sehr klein, die Rechnungsresultate stimmen aber mit Ausnahme der I. Periode, in welcher eine sehr starke Nullpunktsbewegung

vorhanden war, gut überein. Wenn wir diesen Gang bei den Beobachtungen auf einfacherem Wege dadurch eliminiren, dass wir nach dem Gange der Zahlen in der Tabelle pag. 91 die Werthe für die Mondstunde 24^h extrapoliren und mit den Werthen für 0^h vergleichen und ferner das quadratische Glied vernachlässigen, so ergiebt die Rechnung folgende Ausdrücke für $m_2 \cos(M_2 + 2t)$

für die	I.	Periode	$+ 0''.0033$	$\cos(373^\circ + 2t)$
„ „	II.	„	$+ 0.0175$	„ $(287 + 2t)$
„ „	III.	„	$+ 0.0150$	„ $(314 + 2t)$
„ „	IV.	„	$+ 0.0167$	„ $(306 + 2t)$

und die Uebereinstimmung ist hier fast noch besser als oben.

2. Puerto Orotava.

Bei der Bearbeitung der Beobachtungen in Orotava habe ich das quadratische Glied fortgelassen, ohnehin bleibt eine grosse Abhängigkeit der periodischen Glieder von der der Zeit proportionalen Bewegung des Nullpunktes übrig. Denn bezeichnen f_n die Abweichungen der stündlichen Werthe in der Tabelle von dem Mittelwerthe der 24 Stunden und sind

$$V_1 = \frac{1}{12} \Sigma f_n \cos nt,\ V_2 = \frac{1}{12} \Sigma f_n \sin nt,\ V_3 = \frac{1}{12} \Sigma f_n \cos 2nt,\ V_4 = \frac{1}{12} \Sigma f_n \sin 2nt,$$

$$V_0 = \frac{1}{12} \Sigma f_n \left(nt - \frac{23}{2}\right),$$

ferner

$$\log B_1 = 1.3466$$
$$\log c_1 = 0.8806$$
$$\log c_2 = 0.5719,$$

so ist

$$B_1 \sin(\beta) = V_0 + V_1 + V_2 c_1 + V_3 + V_4 c_2$$
$$a_1 = V_1 + \beta$$
$$b_1 = V_2 + \beta c_1$$
$$a_2 = V_3 + \beta$$
$$b_2 = V_4 + \beta c_2.$$

Die Beobachtungen in Teneriffa reichen von December 26 bis April 27, umfassen also vier Mondperioden. Die Mondstunde 0^h ist auf 0^h M. Ortszeit 1890 December 26, gelegt. Da 114 Mondtage gleich 118 Sonnentagen (weniger $0^h.10$) sind, so sind die Beobachtungen bis April 24 23^h benutzt.

Monatsmittel zur Berechnung der Mondwelle (Teneriffa).

☾ Zt.	I. Monat		Ber.	II. Monat		Ber.	III. Monat		Ber.	IV. Monat		Ber.	I. u. II. Monat		Ber.	III. u. IV. Mon.		Ber.	I.—IV. Mon.		Ber.
0h	36.42	−54	− 60	51.42	−21	−20	46.63	+16	+12	41.37	+28	+20	44.05	− 38	−42	44.05	+22	+17	44.05	− 8	−12
1	36.50	−46	−47	51.49	−14	−17	46.64	+17	+17	41.20	+11	+11	44.13	−30	−34	43.97	+14	+15	44.05	− 8	− 8
2	36.57	−39	−34	51.50	−13	−16	46.65	+18	+19	41.03	− 6	0	44.17	−26	−26	43.98	+ 6	+10	44.03	−10	− 7
3	36.73	−23	−23	51.39	−24	−17	46.64	+17	+19	40.92	−17	− 12	44.19	− 24	−21	43.83	0	+ 4	44.01	−12	− 8
4	36.80	−16	− 14	51.40	−23	−19	46.63	+16	+18	40.90	−19	−24	44.23	−20	−17	43.81	− 2	− 3	44.02	−11	−10
5	36.87	− 9	− 8	51.41	−22	−22	46.65	+18	+15	40.74	−35	− 35	44.27	−16	−15	43.75	− 8	− 9	44.01	−12	−12
6	36.93	3	− 4	51.44	− 19	−21	46.64	+17	+14	40.70	−39	−42	44.31	−12	−14	43.72	−11	− 13	44.02	−11	−14
7	36.95	− 1	− 2	51.41	−22	−22	46.63	+16	+13	40.64	−45	−45	44.31	−12	− 11	43.69	−14	−15	44.00	−13	−14
8	37.00	+ 4	− 1	51.48	−15	− 17	46.59	+12	+13	40.70	−39	−42	44.35	− 8	− 8	43.70	−13	−14	44.03	−10	−11
9	36.98	+ 2	+ 1	51.56	− 7	− 8	46.60	+13	+14	40.77	−32	− 35	44.40	− 3	− 2	43.74	− 9	−10	44.07	− 6	− 7
10	37.00	+ 4	+ 4	51.61	− 2	+ 3	46.57	+10	+14	40.82	−27	−25	44.43	0	+ 5	43.75	− 8	− 5	44.09	− 4	− 1
11	37.04	− 8	− 7	51.73	−10	+15	46.62	+15	+13	40.91	18	−12	44.51	+ 8	+11	43.82	− 1	+ 1	44.17	+ 4	+ 6
12	37.06	+10	+12	51.90	+27	+26	46.58	+11	+ 9	41.09	0	0	44.61	+18	+22	43.88	+ 5	+ 5	44.25	+12	+12
13	37.06	+10	+17	52.03	+40	+34	46.50	+ 3	+ 2	41.23	+14	+11	44.68	+25	+28	43.91	+ 8	+ 7	44.29	+16	+16
14	37.14	+18	+20	52.00	+37	+37	46.40	− 7	− 5	41.32	+23	+20	44.70	+27	+30	43.90	+ 7	+ 7	44.30	+17	+18
15	37.22	+26	+21	51.98	+35	+35	46.36	−11	−14	41.36	+27	+25	44.73	+30	+29	43.90	+ 7	+ 5	44.32	+19	+16
16	37.25	+29	+20	51.88	+25	+28	46.27	−20	−22	41.35	+26	+27	44.69	+26	+25	43.85	+ 2	+ 2	44.27	+14	+13
17	37.20	+24	+17	51.83	+20	+ 19	46.22	−25	−29	41.33	+27	+27	44.64	+21	+18	43.82	− 1	− 2	44.23	+10	+ 8
18	37.05	+ 9	+13	51.75	+12	+ 9	46.11	−36	−32	41.36	+27	+26	44.53	+10	+10	43.78	− 5	− 4	44.15	+ 2	+ 3
19	36.97	+ 1	+10	51.61	− 2	0	46.13	−34	− 31	41.35	+26	+25	44.42	− 1	+ 3	43.78	− 5	− 4	44.10	− 3	0
20	37.00	+ 4	+ 7	51.53	−10	− 6	46.21	−26	−27	41.29	+20	+23	44.39	− 4	− 1	43.79	− 4	− 3	44.09	− 4	− 1
21	37.05	+ 9	+ 9	51.55	− 8	− 8	46.29	−18	−20	41.26	+17	+21	44.43	0	− 1	43.82	− 1	0	44.13	0	0
22	37.15	+19	+14	51.61	− 2	− 7	46.36	−11	−11	41.29	+20	+19	44.51	+ 8	+ 1	43.87	+ 4	+ 4	44.19	+ 6	+ 4
23	37.20	+24	+22	51.58	− 5	− 3	46.46	− 1	− 2	41.30	+21	+15	44.51	+ 8	+ 7	43.92	+ 9	+ 6	44.22	+ 9	+ 8
Mittel	36.96			51.63			46.47			41.09			44.43			43.83			44.13		

In der Tabelle auf Seite 97 sind die resultirenden Mittelwerthe für die einzelnen Mondstunden eingetragen, sowohl für jede einzelne Mondperiode, als auch für je zwei und zuletzt alle vier zusammengefasst. Daneben finden sich in Einheiten von $0^p.01$ die Werthe f_n, neben welche zur Vergleichung die aus den ermittelten Coefficienten berechneten gesetzt sind. Letztere enthalten die Glieder

$$\beta t + m_1 \cos(t - M_1) + m_2 \cos(2t - M_2)$$

indem

$$a_1 = m_1 \cos M_1 \qquad a_2 = m_2 \cos M_2$$
$$b_1 = m_1 \sin M_1 \qquad b_2 = m_2 \sin M_2$$

gesetzt ist. In derselben Einheit ergeben sich folgende Coefficienten:

Periode	β	a_1	b_1	a_2	b_2	m_1	M_1	m_2	M_2
I	+ 3.9	− 12.9	+ 14.6	− 2.5	+ 8.8	+ 19.5	311.°4	+ 9.07	285.°8
II	+ 0.9	− 18.3	− 11.3	+ 7.9	+ 11.3	+ 21.5	31.6	+ 13.80	234.8
III	− 0.3	− 0.2	+ 21.2	+ 9.1	+ 2.1	+ 21.2	270.4	+ 9.30	193.2
IV	− 0.4	+ 7.2	− 37.0	+ 7.9	+ 5.5	+ 37.7	101.0	+ 9.58	214.9
I—II	+ 2.4	− 17.8	+ 2.6	+ 3.0	+ 15.6	+ 17.9	351.8	+ 10.97	254.4
III–IV	− 0.4	+ 3.4	− 7.4	+ 8.5	+ 3.4	+ 8.2	114.7	+ 9.17	201.5
I—IV	+ 1.0	− 6.0	− 2.8	+ 5.8	+ 6.7	+ 6.6	24.7	+ 8.87	229.3

Mit Rücksicht auf die frühere Festsetzung, nach welcher östliche Ablenkungen als positiv betrachtet werden sollen, sind hier die Winkel M_1 und M_2 bereits um 180^0 vermehrt. Reduciren wir noch die erhaltenen Phasen M_2, welche sich auf 0^h M. O.-Zt. 1890 December 26 beziehen, auf die obere Culmination des Mondes, so finden wir hierfür aus den Tabellen den Winkel $V_0 + u = 359.°2$ und für die Periode I—IV $k = V_0 + u + M_2 = 228.°5$.

Aus obigen Zahlen ist ersichtlich, dass sowohl die β, als die a_1 b_1 sehr veränderliche Werthe annehmen, welche um so kleiner werden, je mehr Mondumläufe man zusammenfasst. Dagegen zeigen die Coefficienten m_2, wie auch die Phasenwinkel M_2, eine weit bessere Uebereinstimmung, woraus mit einiger Wahrscheinlichkeit zu entnehmen ist, dass bei ausgedehnterem Beobachtungsmaterial dieses Glied schliesslich als einzige reelle Periodicität übrig bleiben würde.

Durch Substitution der gefundenen Coefficienten habe ich noch die wahrscheinlichen Fehler einer Beobachtung, sowie diejenigen der Coefficienten

ermittelt. Ist r der Unterschied Beob.-Rechn., wie er sich aus der Tabelle ergiebt, und

$$r_0 = [9.8879] \sqrt{\frac{[r\,r]}{19}},$$

so sind

$$r(a_1) = [9.5245]\,r_0 \qquad r(a_2) = [9.5245]\,r_0$$
$$r(b_1) = [0.1190]\,r_0 \qquad r(b_2) = [9.8414]\,r_0\,.$$

Hieraus sind leicht die w. F. von m_2 und M_2 zu ermitteln.

Ich finde nun, dass aus den vier Reihen, welche je einen Monat umfassen, sich der w. F. einer Beobachtung $= \pm$ 3.02 (in Einheiten von 0.01) ergiebt, ferner

für 2 Monate $\pm$ 2.30
„ 4 „ $\pm$ 1.82.

Dem gegenüber fand ich früher, indem der wahrscheinliche Fehler einer Curvenablesung $= 0.1$ ($= {}^1/_2$ mm) gesetzt wurde, die kleineren Werthe

für 1 Monat $\pm$ 1.83
„ 2 Monate $\pm$ 1.32
„ 4 „ $\pm$ 0.94.

Diese dürften der Wahrheit näher kommen und die Unsicherheit der Tabellenwerthe besser charakterisiren, indem bei der Ausgleichung durch die Rechnung weder das quadratische Glied, noch das periodische Glied dritter Ordnung berücksichtigt wurden. Bleiben wir aber bei den grösseren wahrscheinlichen Fehlern stehen, so ergeben sich für die Coefficienten der letzten Reihe (alle Beobachtungen):

a_1 — 6.0 $\pm$ 0.61
b_1 — 2.8 $\pm$ 2.39
a_2 + 5.8 $\pm$ 0.61
b_2 + 6.7 $\pm$ 1.26
β + 1.0 $\pm$ 0.31.

Hieraus folgt dann $m_2 = +8.87 \pm 1.04$ ($\pm$ 0.00152) und die Grenzen für M_2 werden 236.9 und 220.3. Es ist somit m_2 etwa neunmal so gross, als sein wahrscheinlicher Fehler.

Uebertragen wir nun den Coefficienten in Winkelwerth, so wird die halbtägige Welle

$$+ 0.0128 \cos (2\,t - 228.5).$$

In naher Uebereinstimmung hiermit hatte ich für Potsdam gefunden

$$+ 0''.0142 \cos (2t - 247^\circ.5).$$

Die mittlere Attraction des Mondes für eine längere Periode berechnet sich, indem das von t abhängige Glied verschwindet, aus der Formel

$$- 0''.0174 \cos \varphi \left\{\frac{1}{2} + \frac{\sin 2J}{4J}\right\} \cos (2t - 90^\circ),$$

wo J die mittlere Neigung der Mondbahn gegen den Aequator für diese Periode ist[1]). Hiermit finden wir

für Teneriffa ($\varphi = 28^\circ.5$) $+ 0''.0142 \cos (2t - 270^\circ)$,
„ Potsdam ($\varphi = 52.5$) $+ 0.0099 \cos (2t - 270^\circ)$.

Werden diese Werthe von den obigen abgezogen, so erhalten wir für die übrig bleibende Mondwelle

in Teneriffa $+ 0''.00965 \cos (2t - 151^\circ.5)$,
„ Potsdam $+ 0.00614 \cos (2t - 210.7)$.

Ersterer Coefficient beträgt immer noch das Sechs- bis Siebenfache des wahrscheinlichen Fehlers.

In Fig. 7 sind einige der vorstehenden Resultate graphisch dargestellt, und zwar sind für Teneriffa die Curven für die einzelnen Monate, für Potsdam dieselben für je zwei Monate eingetragen. Die Doppellinien stellen das halbtägige Glied der Mondablenkung dar. Die Resultate, die sich für Wilhelmshaven ergeben, habe ich nicht hinzugezogen, denn dort ist offenbar ein anderer Einfluss vorhanden, welcher ein ebensolches und zwar so beträchtliches Glied erzeugt, dass die minimalen Schwankungen, um die es sich handelt, vollständig verdeckt werden. Jenes von den letzteren zu trennen erscheint aber unmöglich. Nach den anderweitigen merkwürdigen Ergebnissen, welche die Vergleichung des Barometerstandes mit den Pendelbeobachtungen zur Folge gehabt hat, kann man voraussetzen, dass die Anhäufung der Wassermassen in der Jahde zur Zeit der Fluth eine starke Depression der Küste zur Folge hat, die den theoretischen Betrag weit überragt. Nach der

---

[1]) Für die in der Richtung des Meridians gelegene Componente der Attraction findet man ähnlich $+ 0''.0174 \frac{\sin 2\varphi}{2} \left\{\frac{1}{2} + \frac{\sin 2J}{4J}\right\} \cos 2t$, in einer Breite von 45° kann daher die diesem Gliede entsprechende stärkste Ablenkung der Lothlinie nur etwa $0''.008$ betragen.

gewöhnlichen Erfahrung kann man weiter annehmen, dass, da es sich bei der sandigen Beschaffenheit des ganzen umgebenden Terrains um einen Körper von sehr unvollkommener Elasticität handelt, die Maximaldepression der Küste erst einige Zeit nach dem Eintritt des Hochwassers stattfindet. Dagegen ergiebt die Rechnung, dass die östlichen Ablenkungen des Pendels 1^h vor Hochwasser im Durchschnitt ihren grössten Betrag erhalten. Um zu diesem Resultate zu führen, müsste zu dem wahrscheinlich vorhandenen, vom Druck der Wassermassen herrührenden halbtägigen Gliede ein anderes von nicht kleinem Coefficienten und erheblicher Phasendifferenz hinzutreten. Es genüge, auf dieses Erforderniss zur Erklärung der relativ grossen und sowohl in Beziehung auf ihren Coefficienten als ihre Phase sicher ermittelten Mondwelle in Wilhelmshaven hinzuweisen[1]).

Im Uebrigen könnte man sich nun mit dem Hinweise begnügen, dass die Beobachtungen sowohl in Potsdam, wie in Teneriffa sehr nahe die praktische Bestätigung einer theoretischen Forderung des Gravitationsgesetzes ergeben. Bekanntlich war es die Hoffnung auf diesen Erfolg, welcher Zöllner wie andere Beobachter — ich erinnere an die Untersuchungen G. H. Darwin's — zur Anstellung ihrer Beobachtungen veranlassten, indem diese Beobachter zunächst wohl erwarteten, die unter dem Einflusse des Mondes stattfindenden Bewegungen direct wahrnehmen zu können. Wie sich herausgestellt hat, ist dies ebensowenig möglich, als es denkbar ist, die Parallaxe eines Fixsternes ohne Kenntniss von Refraction, Aberration und Nutation ermitteln zu wollen. Neben der gesuchten Erscheinung, welche ein Postulat des Gravitationsgesetzes ist, bestehen so viele andere von anscheinend meist unregelmässigem Charakter und unbekannter Ursache, dass sie die erstere vollkommen

[1]) Einer Mittheilung von Herrn Dr. Eschenhagen zu Folge ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Wasserstände in ziemlich beträchtlicher Entfernung vom Observatorium gemessen werden und dass selbst an nicht sehr weit von einander entfernten Punkten merkliche Unterschiede in den Hochwasserzeiten vorhanden sind. Das Observatorium liegt aber dem Ausgange des Jahdebusens näher, als die Stelle, wo die Wasserstände gemessen werden, dürfte mithin etwas früher vom Hochwasser erreicht werden. Ein directer oder indirecter Zusammenhang zwischen beiden Erscheinungen ist wohl mit Sicherheit anzunehmen, doch führen die Berechnungen G. H. Darwin's über Depressionen der Küsten zu viel kleineren Werthen, als die Beobachtungen sie hier ergeben.

verdecken. Nichtsdestoweniger muss sie bei sorgfältiger Untersuchung bei einer ausreichend langen Beobachtungsreihe zu Tage treten.

Dass dies in der That der Fall ist, scheinen mir die vorliegenden Beobachtungen zu ergeben. Aber ich möchte weiter gehen und es zum mindesten als einigermaassen wahrscheinlich hinstellen, dass die auf völlig unabhängige Weise aus den Beobachtungen resultirenden Mondglieder ausser dem durch das Gravitationsgesetz geforderten Gliede der täglichen Ablenkung einen zweiten reellen Theil enthalten. Hierauf deutet besonders die Phasendifferenz in den Ausdrücken, die wir für Teneriffa erhielten, und die Grösse der Coefficienten in den übrig bleibenden Gliedern. So klein dieselben sind, so dürfen wir doch bei den Beobachtungen mit dem Horizontalpendel mit Grössen rechnen, die sich sonst jeder Wahrnehmung entziehen und die Grösse des wahrscheinlichen Fehlers, wie ich ihn für die Beobachtungen in Teneriffa ermittelt habe, beweist, dass, wenn auch der absolute Betrag des restirenden Gliedes unsicher bleibt, dasselbe doch ziemlich sicher verbürgt ist.

Zöllner hat bei Gelegenheit seines Berichtes über das Horizontalpendel die etwas weitgehende Erwartung ausgesprochen, dass es möglich sein werde, durch genaue Beobachtung der Phasen der Mondablenkung die Frage zu entscheiden, ob die Fortpflanzung der Gravitation eine zeitliche sei. Schon G. H. Darwin hat darauf hingewiesen, dass eine Phasendifferenz zwischen der beobachteten und theoretischen Mondablenkung eher zu der Annahme körperlicher Gezeiten des Erdkörpers führen werde. Obwohl es feststeht, dass solche Gezeiten wegen der Höhe der Meeresgezeiten nur sehr klein sein können, so bildet ihre Existenz doch noch eine offene Frage, um so mehr, als trotz der weitgehenden Beweisführungen G. H. Darwin's über die Starrheit des Erdkörpers die Anschauungen über diesen Punkt noch weit auseinandergehen.

Darwin hat in seinem mehrfach citirten Berichte[1]) gefunden, dass die elastischen Depressionen der Erdoberfläche in Folge der Massenverschiebungen in der Atmosphäre und Hydrosphäre Niveauveränderungen von derselben Ordnung wie die durch den Mond verursachten Lothstörungen erzeugen. Er

[1]) Siehe Nr. 60 und 61.

findet zum Beispiel, dass in der Mitte eines 800 geographische Meilen breiten Continents, welcher von zwei eben so breiten Meeren eingeschlossen ist, vorausgesetzt, dass an der einen Küste Hochwasser, an der entgegengesetzten Niedrigwasser herrscht, das Niveau noch eine Ablenkung von $0''.006$ im Ganzen erfährt. Diese Berechnung beruht auf der Annahme, dass die Starrheit der oberen Erdschichten etwas grösser, als die des Glases ist. Mit der Annäherung an die Küste nimmt der Betrag der Ablenkung zu und wird für 1 km Entfernung von der Küste $0''.076$ gefunden. Hier ist auch die Anziehung der Masse eingeschlossen.

In der Erwägung, dass hierzu noch die barometrischen Depressionen hinzutreten, gelangt Darwin zu dem Schlusse, dass die Versuche, die Attractionswirkung des Mondes zu erkennen, nicht eher Aussicht auf Erfolg haben dürften, als bis die Kenntniss der Luftdrucks- und Gezeitenverhältnisse in weitem Umkreise des Beobachtungsortes so weit gediehen sei, um die Berechnung der entsprechenden Niveaudepressionen zu ermöglichen.

Diese Bemerkung erscheint mir etwas zu weit gegriffen. Was die Niveauveränderungen durch Luftdruck anbetrifft, so sind sie so veränderlich, dass es schon für einen beliebigen Ort möglich sein wird, durch längere Beobachtung dieselben zu eliminiren. Die Berechnungen für die Depression durch die Gezeiten andererseits sind unter Voraussetzungen gemacht, die besonders darin von den thatsächlichen Verhältnissen stark abweichen, dass sie an der einen Küste allgemein Hochwasser und zu gleicher Zeit an der anderen Küste Ebbe voraussetzen. Derartige Verhältnisse bestehen nirgends auch nur annähernd und es ist deshalb, auch mit Rücksicht auf die selbst in den kleinsten Verhältnissen zu Tage tretende Trägheit der Erdschichten kaum anzunehmen, dass in merklicher Entfernung von der Küste Niveaudepressionen in der durch die Rechnung gegebenen Weise zu Stande kommen sollten.

Jedenfalls wird man aus den Darwin'schen Untersuchungen entnehmen, dass nicht jeder Ort für diese Beobachtungen geeignet ist. Die Aussicht aber, durch die Combination der Ergebnisse verschiedener geeigneter Beobachtungsstationen zu einem positiven Resultate betreffs der körperlichen Gezeiten der Erde zu gelangen, erscheint mir durch jene Untersuchungen nicht gemindert.

Ich begnüge mich nun damit, festzustellen, dass in den bisher von mir angestellten Beobachtungen die Existenz einer Tide von etwa 0.″01 als Coefficienten angedeutet ist. Diesen Betrag dürfte dieselbe am Aequator erreichen, während derselbe naturgemäss mit der höheren Breite abnehmen muss. Dem entsprechen auch die gefundenen Coefficienten 0.″00965 und 0.″00614, welche sich etwa wie die Cosinus der Breiten verhalten.

Da die Fortsetzung der Horizontalpendel-Beobachtungen für die nächste Zeit in grösserem Umfange als bisher gesichert ist, so wird die Entscheidung der hier berührten interessanten Frage wohl nicht mehr lange auf sich warten lassen.

V. Die tägliche Periode.

Wie schon hervorgehoben wurde, ist die tägliche Periode die Haupterscheinung in den Photogrammen. In Wilhelmshaven ist sie trotz der angewandten geringen Empfindlichkeit viel auffälliger, als an den beiden anderen Orten. Sie vollzieht sich überall mit oft bemerkenswerther Regelmässigkeit. Ich habe von jedem Orte nach den Photogrammen eine Anzahl von Curven in der Ausdehnung von 36^h (von 6^h eines Tages bis 18^h des nächstfolgenden reichend) genau copirt, wobei die Störungen nicht mitgezeichnet sind. Es sind dazu solche Tage ausgewählt worden, an denen die Amplitude möglichst gross und die Nullpunktsänderung gering war. Auch ohne Berücksichtigung dieser letzteren laufen besonders in Potsdam und Puerto Orotava zuweilen die Curven zweier weit auseinander liegender Tage fast parallel neben einander her, wie man sich durch den Anblick der Fig. 1, 2, 3 (Tafel II) überzeugen kann.

Dass es sich hier nicht um locale Einwirkungen handeln kann, ist von vornherein wegen der Uebereinstimmung der Curven an drei so verschiedenen Stationen anzunehmen.[1]) Die tägliche Temperaturoscillation dringt kaum bis in die Tiefen vor, in denen in Wilhelmshaven und Potsdam die Instrumentenpfeiler fundirt waren. Die Einwirkung der Sonnenstrahlung auf die Mauern der Gebäude andererseits würde in Potsdam z. B. eher eine entgegengesetzte Bewegung zur Folge haben müssen, als sie in Wahrheit eintritt, wenn es überhaupt möglich wäre, anzunehmen, dass der Ort, an dem das Pendel daselbst steht, d. h. das Innere eines starken, doppelwandigen, mit Erde beschütteten Gewölbes, von der Sonnenstrahlung local beeinflusst wird.

Aus diesen Gründen verdient die tägliche Periode besondere Beachtung, um so mehr als, wie sich bald ergeben wird, ihre Veränderlichkeit vielleicht zuerst einen Schlüssel für die Erkenntniss ihrer Entstehungsweise liefern dürfte. Im Folgenden sind die Beobachtungen in Puerto Orotava zuerst behandelt.

[1]) Nach gütiger Mittheilung des Herrn Professor Kortazzi auf Grund einmonatlicher Beobachtungen in Nikolajew trägt auch dort die tägliche Periode denselben Charakter. Die Amplitude derselben wurde zunächst viel kleiner gefunden als in den obigen Fällen.

1. Puerto Orotava.

Zur Darstellung der täglichen Periode ist die harmonische Analyse angewandt worden. Da die Elemente dieser Oscillation starken Veränderungen unterworfen sind, so ist die Berechnung zunächst für kürzere Perioden gesondert ausgeführt worden. Zur genaueren Kenntniss der mittleren Werthe werden mindestens die Beobachtungen eines Jahres erforderlich sein, da innerhalb dieses Zeitabschnitts die genannten Elemente anscheinend periodisch veränderlich sind.

Die Beobachtungen sind in Decaden zusammengefasst worden, so dass 12 Gruppen entstehen, für welche die periodischen Coefficienten nach der Formel

$$N_0 + \beta t + a_1 \cos t + b_1 \sin t + a_2 \cos 2t + b_2 \sin 2t$$

berechnet wurden. Zwar ist auch das dritte Glied noch sehr merklich, ich habe es aber vorgezogen, auf dasselbe später Rücksicht zu nehmen. Somit ergiebt sich die auf Seite 109 befindliche Tabelle der Coefficienten, in welcher neben den a, b wieder die m, M angeführt sind. Im Mittel aus den 12 Gruppen erhält man für die ganze Beobachtungsperiode die Formel

$$+ 1^{p}.294 \cos (t - 65^{0}.04) + 0^{p}.406 \cos (2t - 81^{0}.07),$$

in welcher wiederum die Winkel um 180° vermehrt sind, um das Zeichen umzukehren. Zu dieser Formel treten die Glieder dritter und höherer Ordnung hinzu, von welchen später die Rede sein wird. Unter Berücksichtigung derselben erhält man folgende Darstellung des mittleren Verlaufs der täglichen Periode in Einheiten von 1^{p} und in Winkelwerth für die Dauer der vier Monate Januar bis April

M. O.-Zt.		M. O.-Zt.		M. O.-Zt.	
0^{h}	$+ 0^{p}.65 + 0''.095$	8^{h}	$+ 0^{p}.40 + 0''.059$	16^{h}	$- 0^{p}.93 - 0''.136$
1	$+ 1.21 + 0.177$	9	$+ 0.11 + 0.016$	17	$- 1.00 - 0.147$
2	$+ 1.41 + 0.206$	10	$- 0.11 - 0.016$	18	$- 1.09 - 0.160$
3	$+ 1.54 + 0.226$	11	$- 0.33 - 0.048$	19	$- 1.20 - 0.176$
4	$+ 1.55 + 0.227$	12	$- 0.51 - 0.075$	20	$- 1.22 - 0.179$
5	$+ 1.40 + 0.205$	13	$- 0.65 - 0.095$	21	$- 1.09 - 0.160$
6	$+ 1.05 + 0.154$	14	$- 0.77 - 0.113$	22	$- 0.63 - 0.092$
7	$+ 0.73 + 0.107$	15	$- 0.87 - 0.127$	23	$+ 0.35 + 0.051.$

Tägliche Periode, 10tägige Gruppenmittel (Teneriffa).

Für die beobachteten und berechneten Abweichungen ist $0^{p}.01$ die Einheit.

Mittl. Orts-Zt.	1. Decbr. 26. — Jan. 4.	2. Januar 5. — 14.	3. Januar 15. — 24.	4. Jan. 25. — Febr. 3.	5. Februar 4. — 13.	6. Februar 14. — 23.
0^{h}	24.90 —110 —139	38.09 —133 —141	46.10 — 28 — 43	48.35 — 93 — 63	52.09 — 98 —116	52.52 — 47 — 57
1	24.06 —194 —183	37.52 —190 —182	45.61 — 77 — 76	47.40 —188 —156	51.19 —188 —160	51.52 —147 —118
2	23.65 —235 —220	37.25 —217 —214	45.24 —114 —101	47.03 —225 —238	51.09 —198 —194	51.31 —168 —173
3	23.41 —259 —238	37.04 —238 —230	45.06 —132 —116	46.49 —279 —289	50.96 —211 —215	51.05 —194 —207
4	23.55 —245 —238	37.04 —238 —229	45.17 —121 —117	46.18 —310 —307	50.93 —214 —215	50.90 —209 —219
5	23.99 —201 —214	37.38 —204 —207	45.42 — 96 —105	46.36 —292 —288	51.15 —192 —197	50.90 —209 —208
6	24.40 —160 —176	37.88 —154 —169	45.71 — 67 — 80	46.91 —237 —242	51.53 —154 —165	51.26 —173 —175
7	24.81 —119 —129	38.29 —113 —122	45.93 — 45 — 50	47.63 —165 —177	51.86 —121 —125	51.68 —131 —129
8	25.26 — 74 — 79	38.77 — 65 — 71	46.16 — 22 — 20	48.28 —100 —107	52.24 — 83 — 80	52.17 — 82 — 79
9	25.57 — 43 — 37	39.07 — 35 — 26	46.41 + 3 + 6	48.85 — 43 — 42	52.60 — 47 — 37	52.59 — 40 — 35
10	25.85 — 15 — 1	39.37 — 5 + 12	46.54 + 16 + 25	49.27 — 1 + 8	52.95 — 12 — 4	52.95 — 4 + 3
11	26.10 + 10 + 22	39.74 + 32 + 40	46.68 + 30 + 37	49.46 + 18 + 43	53.27 + 20 + 22	53.26 + 27 + 28
12	26.35 + 35 + 39	40.03 + 61 + 58	46.74 + 36 + 41	49.87 + 59 + 63	53.53 + 46 + 43	53.46 + 47 + 44
13	26.55 + 55 + 53	40.18 + 76 + 71	46.82 + 44 + 40	50.11 + 83 + 76	53.74 + 67 + 61	53.59 + 60 + 53
14	26.81 + 81 + 69	40.33 + 91 + 82	46.83 + 45 + 40	50.35 +107 + 90	53.93 + 86 + 77	53.72 + 73 + 65
15	27.06 +106 + 90	40.53 +111 + 97	46.90 + 52 + 44	50.56 +128 +113	54.09 +102 + 96	53.81 + 82 + 80
16	27.26 +126 +117	40.56 +114 +114	46.93 + 55 + 49	50.78 +150 +143	54.26 +119 +120	53.96 + 97 +100
17	27.47 +147 +149	40.70 +128 +136	46.96 + 58 + 59	51.00 +172 +180	54.44 +137 +144	54.17 +118 +127
18	27.64 +164 +179	40.88 +146 +158	46.99 + 61 + 70	51.27 +199 +216	54.58 +151 +156	54.10 +141 +151
19	27.85 +185 +202	41.07 +165 +177	47.04 + 66 + 78	51.50 +222 +243	54.77 +170 +180	54.67 +168 +174
20	28.03 +203 +211	41.23 +181 +184	47.09 + 71 + 78	51.65 +237 +247	54.91 +184 +183	54.84 +185 +180
21	28.11 +211 +204	41.30 +188 +178	47.12 + 74 + 69	51.65 +237 +224	54.94 +187 +170	54.88 +189 +169
22	28.01 +201 +179	41.28 +186 +159	47.05 + 67 + 51	51.39 +211 +170	54.84 +177 +143	54.58 +159 +136
23	27.33 +133 +139	40.46 +104 +125	46.52 + 14 + 21	50.38 +110 + 91	53.78 + 71 +103	53.54 + 55 + 87
Mittel	26.00	39.12	46.38	49.28	53.07	52.99

Mittl. Orts-Zt.	7. Februar 24. — März 5.	8. März 6. — 15.	9. März 16. — 25.	10. März 26. — April 4.	11. April 5. — 14.	12. April 15. — 24.
0^h	47.65 —100 — 94	44.32 —131 —112	43.10 —154 —129	42.09 — 95 — 88	40.06 —108 —100	36.60 —159 —129
1	47.23 —142 —137	43.91 —172 —156	42.92 —172 —165	41.78 —126 —109	39.88 —126 —127	36.47 —172 —169
2	46.95 —170 —163	43.92 —171 —188	42.95 —169 —185	41.90 —114 —120	39.85 —129 —140	36 45 —174 —189
3	46.99 —166 —171	43.89 —174 —202	42.96 —168 —186	42.02 —102 —119	39.92 —122 —138	36.54 —165 —186
4	47.21 —145 —159	43.79 —184 —196	42.98 —166 —171	42.07 — 97 —106	40.09 —105 —119	36.71 —148 —166
5	47.34 —131 —130	43.74 —189 —174	43.28 —136 —140	42.15 — 89 — 87	40.22 — 92 — 92	36.98 —121 —131
6	47.75 — 90 — 93	44 16 —147 —142	43.59 —105 —104	42.38 — 66 — 66	40.61 — 53 — 59	37.30 — 89 — 90
7	48.08 — 57 — 54	44.58 —105 —103	43.95 — 69 — 64	42.57 — 47 — 42	40.87 — 27 — 25	37.54 — 65 — 51
8	48.41 — 24 — 19	45.00 — 63 — 61	44.28 — 36 — 26	42.73 — 31 — 21	41.07 — 7 + 4	37.82 — 37 — 21
9	48.74 + 9 + 9	45.35 — 28 — 24	44.60 — 4 + 5	42.94 — 10 — 4	41.25 + 11 + 27	38.07 — 12 + 3
10	48.86 + 21 + 29	45.68 + 5 + 10	44.89 + 25 + 30	43.13 + 9 + 11	41.41 + 27 + 41	38.32 + 13 + 18
11	49.04 + 39 + 43	46.01 + 38 + 37	45.18 + 54 + 48	43.32 + 28 + 22	41 56 + 42 + 52	38.56 + 37 + 28
12	49.20 + 55 + 52	46.30 + 67 + 60	45.41 + 77 + 66	43.50 + 46 + 37	41.67 + 53 + 59	38.74 + 55 + 38
13	49.39 + 74 + 63	46.57 + 94 + 84	45.58 + 94 + 82	43.58 + 54 + 51	41.85 + 71 + 66	38.92 + 73 + 54
14	49.51 + 86 + 77	46.77 +114 +105	45.73 +109 +100	43.70 + 66 + 66	41.94 + 80 + 75	39.03 + 84 + 76
15	49.65 +100 + 95	46.92 +129 +126	45.82 +118 +117	43.83 + 79 + 82	41.98 + 84 + 85	39.17 + 98 +101
16	49.72 +107 +113	46 98 +135 +144	45.84 +120 +135	43.94 + 90 + 94	41.95 + 81 + 94	39.28 +109 +128
17	49.80 +115 +128	47.05 +142 +160	45.88 +124 +146	43.98 + 94 +104	41.93 + 79 +100	39.39 +120 +151
18	49.87 +122 +135	47.11 +148 +166	45.96 +132 +146	43.98 + 94 +103	41.94 + 80 + 99	39.56 +137 +162
19	49.93 +128 +126	47.27 +164 +159	46.00 +136 +144	43.93 + 89 + 92	41.97 + 83 + 86	39.82 +163 +155
20	49 80 +115 +105	47.22 +159 +139	45.96 +132 +107	43.87 + 83 + 72	42.00 + 86 + 61	39.95 +176 +130
21	49.58 + 93 + 67	47.05 +142 +105	45.69 +105 + 68	43.75 + 71 + 44	41.78 + 64 + 26	39.57 +138 + 86
22	49.07 + 42 + 17	46 39 + 76 + 58	44.99 + 35 + 19	43.22 + 18 + 9	41.20 + 6 — 16	38.39 + 20 + 31
23	47.91 — 74 — 43	45.19 — 44 + 5	43.81 — 83 — 33	42.47 — 56 — 25	40.27 — 87 — 59	37.37 — 82 — 29
Mittel	48.65	45.63	44.64	43.04	41.14	38.19

Tägliche Periode (Teneriffa).

Gruppe	a_1	b_1	a_2	b_2	m_1	M_1	m_2	M_2	$\frac{m_1}{m_2}$	α	ϑ
						°		°			°
1	−0.312	−1.202	+0.034	−0.503	+1.242	255.45	+0.504	273.87	2.46	3.78	13.73
2	−0.432	−1.074	+0.101	−0.434	+1.158	248.09	+0.446	283.10	2.60	3.34	13.51
3	−0 339	−0.673	+0.058	−0 331	+0.789	243.26	+0.336	279.94	2.35	2.08	11.67
4	−0.476	−2.144	+0.138	−0.816	+2.196	257.48	+0.828	279 60	2.65	5.01	16.79
5	−0.362	−1.220	+0.035	−0.410	+1.273	253.48	+0.412	274.88	3 09	4.04	15.96
6	−0.295	−1.436	+0.125	−0.550	+1.466	258.39	+0.564	282.80	2.60	4.80	17.41
7	−0.731	−1.140	−0.208	−0.384	+1.354	237.33	+0.437	241.56	3.10	3.34	12.04
8	−0.704	−1.381	−0.108	−0 310	+1.550	242.99	+0.328	250.80	4.72	4.18	15.08
9	−0.854	−1.117	−0.203	−0.288	+1.406	232.60	+0.352	234.82	3.99	3.52	14.61
10	−0.539	−0.757	−0.183	−0.149	+0.931	234.55	+0.236	219.15	3.94	2.84	15.64
11	−0.787	−0.776	−0.201	−0.257	+1.105	224.60	+0.326	232.97	3.39	2.39	12.49
12	−0.722	−1.150	−0.348	−0.376	+1.358	237.88	+0.512	227.21	2.65	3.71	16.42

Diese Curve ist in Fig. 4 (Taf. IV) dargestellt im Verein mit den Curven für die beiden anderen Orte. Sie zeigt, dass das Pendel sich von 9^h Morgens an, wo es seinen westlichsten Stand erreicht, mit rasch zunehmender Geschwindigkeit gegen Osten hinbewegt. Die östliche Elongation wird gegen 4^h Nachmittags erreicht, worauf das Pendel mit Anfangs rascherer, dann langsamer werdender Bewegung wieder in die westliche Lage zurückkehrt. Ein secundäres östliches Maximum der Curve ist in den Frühstunden zwischen 3^h und 6^h Morgens angedeutet. In Beziehung auf die Epochen des Maximums und Minimums, bezw. der Elongationen, stimmt die Curve für Teneriffa sehr nahe mit derjenigen für Potsdam überein. In Wilhelmshaven liegen die Epochen etwas früher, nämlich die westliche Elongation zwischen 4^h und 5^h Morgens, die östliche bei 2^h Nachmittags.

Ein Ueberblick über die Coefficiententabelle ergiebt, dass die Phasen M_1 und M_2 veränderlich sind und zwar folgt aus denselben eine Verfrühung des Maximums und Minimums während der 4 Monate von etwa 2 Stunden, doch ist diese Veränderung keine ganz regelmässige. Die Coefficienten lassen eine Zunahme gegen die mittleren Decaden hin erkennen, das Verhältniss der Coefficienten m_1 und m_2 bleibt auch bei einigen grösseren Sprüngen ziemlich unverändert. Fassen wir die sich ergebenden Zahlen für die ganze Amplitude der täglichen Schwankung in je 3 Decaden zusammen, so verschwinden die zufälligen Schwankungen etwas, und es zeigt sich, dass dieselbe in der 4. Decade, also Anfangs Februar, am grössten ist und nach beiden Seiten hin abnimmt.

Die obige Formel genügt, wie schon hervorgehoben, nicht zur Darstellung der Beobachtungen. Die Vergleichung von Rechnung und Beobachtung ergiebt Abweichungen, deren Verlauf für je 4 Decaden und das Gesammtmittel in Fig. 5 (Taf. IV) dargestellt sind. Die letzte dieser Zahlenreihen (Beobachtung — Rechnung), welche für das Mittel aller Beobachtungen gilt, möge hier angeführt werden, da von derselben früher für die Darstellung der Normalcurve der täglichen Bewegung Gebrauch gemacht worden ist.

0^h — 3.8	6^h + 5.5	12^h + 3.1	18^h — 14.1
1 — 13.0	7 + 0.6	13 + 7.6	19 — 4.8
2 + 3.4	8 — 3.7	14 + 8.3	20 + 9.6
3 + 7.3	9 — 7.0	15 + 5.2	21 + 24.1
4 + 5.0	10 — 8.6	16 — 4.0	22 + 20.2
5 + 1.7	11 — 3.9	17 — 12.5	23 — 27.3.

Die Uebereinstimmung der Curven beweist, dass es sich um einen wesentlichen Bestandtheil der täglichen Periode handelt, auch ist die Verfrühung der Maxima und Minima leicht zu erkennen. Im Ganzen trägt die Curve den Charakter einer Welle von 8^h Dauer, doch ist das Anschwellen derselben in den Vormittagsstunden eigenthümlich. In derselben Figur ist die entsprechende Curve für Potsdam eingetragen, in den Epochen der Maxima und Minima ist auch hier eine vollkommene Uebereinstimmung vorhanden, so dass dieselbe sich auf alle drei Glieder der Formel für die tägliche Periode erstreckt.

Es handelt sich nun darum, die Veränderlichkeit der Amplitude näher zu untersuchen. Zu diesem Zwecke wurden für jede Decade die Zeiten bestimmt, in denen die periodischen Glieder Null werden, bezw. ihr Maximum und Minimum erreichen. Durchschnittlich liegen diese Epochen bei 9.4^h und 22.9^h, und bei 3.2^h und 20.0^h. Dieselben wechseln von einer Decade zur andern, daher wird es auch nicht streng richtig sein, für je zehn aufeinander folgende Tage dieselbe Epoche anzuwenden. Da es sich aber nur um die Berechnung von Mittelwerthen handelt, so wird sich dieser Fehler nahezu ausgleichen. Zunächst wurden hiernach aus den ursprünglichen Ablesungen für jeden Tag zwei Zahlen interpolirt, welche von den periodischen Gliedern frei sind, also den Gang des Nullpunktes darstellen. Diese Zahlen sind später benutzt. Ebenso wurden je zwei Zahlen interpolirt, welche das Maximum und Minimum repräsentiren. Für die Epoche der letzteren ergab die erste Zahlen-

reihe die Nullpunkte durch Interpolation, durch deren Subtraction von den Maximis und Minimis wiederum die Abweichungen der letzteren erhalten werden. Da die Epochen der Maxima und Minima der täglichen Bewegung nahezu denen des täglichen Wärme-Maximums und -Minimums entsprechen, so kann eine unmittelbare Vergleichung beider Elemente, wie sie in der Absicht liegt, natürlich unter Zugrundelegung des bürgerlichen Datums erfolgen.

Die meteorologischen Beobachtungen, deren Quelle früher angeführt ist, sind in englischen Maassen gegeben, die Temperaturen also in Fahrenheit, ausserdem sind mit Ausnahme von April 1—25 Registrirbeobachtungen der Dauer des Sonnenscheins vorhanden. Die berechneten Amplituden der täglichen Bewegung des Pendels entsprechen dem Abstande eines Vormittagsminimums von dem folgenden Nachmittagsmaximum. Ich unterlasse es, die einzelnen Zahlen für jeden Tag hier anzuführen.

Dass eine Abhängigkeit der Amplituden von der täglichen Temperaturschwankung vorhanden ist, ergiebt sich schon, wenn man die mittleren Amplituden einer Decade mit den zugehörigen mittleren Temperaturen vergleicht. Diese Zahlen sind oben in der Tabelle der periodischen Coefficienten unter α und ϑ angeführt. Eine nähere Untersuchung aber ergiebt eine noch viel auffallendere Abhängigkeit. Ich habe die Beobachtungen nach der Amplitude geordnet und sowohl mit der täglichen Temperaturschwankung ϑ als mit der Dauer des Sonnenscheins Θ verglichen. In den folgenden Tabellen sind die Zahl der Beobachtungen in jeder Gruppe, sowie die extremen Werthe der Vergleichselemente aufgeführt, um zu zeigen, dass dieselben immerhin nicht allein bestimmend für die Grösse der Amplitude sind.

α liegt zwischen	Zahl der Tage	α	ϑ	Grenzen der ϑ
0.0^p — 0.9^p	5	0.70^p	9.82^0	7.4^0 und 15.5^0
1.0 — 1.9	13	1.52	11.72	9.3 14.8
2.0 — 2.9	25	2.42	13.58	9.0 16.5
3.0 — 3.9	28	3.54	14.85	8.0 18.8
4.0 — 4.9	33	4.45	15.35	9.8 19.7
5.0 — 5.9	14	5.34	16.93	15.2 19.3
6.0 — 6.9	4	6.15	17.38	16.8 18.0

Mit der Dauer des Sonnenscheins Θ verglichen, ergeben sich für dieselben Grenzen von α folgende Zahlen:

Zahl der Tage	α	Θ	Grenzen von Θ
		h	h h
3	0.77	2.30	0.0 — 5.2
8	1.65	3.05	0.0 — 6.0
18	2.42	3.96	0.2 — 6.0
22	3.54	7.12	2.8 — 10.2
30	4.45	7.80	3.0 — 10.5
12	5.33	8.94	6.0 — 10.8
4	6.15	9.68	9.5 — 9.8.

Ich habe diese Zahlen graphisch ausgeglichen und erhalte für die Amplituden folgende Tabellen:

ϑ	α	Θ	α
°		h	
9.0	0.37	2.0	0.50
10.0	0.76	3.0	1.50
11.0	1.23	4.0	2.37
12.0	1.73	5.0	2.82
13.0	2.26	6.0	3.15
14.0	2.99	7.0	3.60
15.0	3.85	8.0	4.48
16.0	4.79	9.0	5.50
17.0	5.65	10.0	6.48.
18.0	6.50		

Aus diesen ausgeglichenen Zahlen lassen sich die oben gefundenen Mittelwerthe sehr nahe interpoliren.

Wir sehen mithin, dass die Amplitude der täglichen Bewegung, so erheblich die einzelnen Tage auch abweichen mögen, doch im Grossen und Ganzen im Wesentlichen von der Sonnenstrahlung abhängt. Es scheint, dass, wenn dieselbe unter ein gewisses Minimum herabsinkt, die tägliche Periode ganz verschwinden müsste. Die tägliche Temperaturoscillation dürfen wir hierbei als ein Maass der Sonnenstrahlung betrachten, indem dieselbe um so beträchtlicher sein wird, je geringer die Bewölkung ist. Ein ähnliches Resultat, wie das vorliegende, werden wir auch für die Potsdamer Beobachtungen finden.

Der Charakter der Witterung in den Monaten Januar bis April ist in Orotava mit Ausnahme der seltenen und kurzen Störungen schlechten Wetters im Allgemeinen folgender. Nach einer meist klaren Nacht erhebt sich die Sonne gegen 8^{h} über den Gebirgsrand. Schon nach einer Stunde beginnen sich unter dem Einfluss des feuchten Seewindes an den Gebirgswänden Nebelflocken zu

bilden, die rasch an Umfang zunehmen und meist schon gegen Mittag zu einer ausgedehnten Wolkendecke anwachsen, die sich von dem Rande des Gebirges bis an die Küste erstreckt, woselbst die Grenze eine etwas wechselnde ist. Unmittelbar an der Küste gelegene Punkte haben oft den ganzen Tag über Sonnenschein, während nur wenig landeinwärts Alles im Schatten des grossen Wolkenschirms liegt. Die höheren über den Wolken gelegenen Regionen des Gebirges, so namentlich der Pic und seine gewaltige Kraterebene, erfreuen sich um diese Zeit meist ungetrübten Sonnenscheins. Gegen Abend lichtet sich dann der Wolkenschleier allmählich, die Massen theilen sich und lösen sich mit dem Sinken der Sonne rasch auf, so dass gegen Sonnenuntergang die ganze Landschaft meist wieder wolkenlos daliegt.

Diese Schilderung gilt, wie schon erwähnt, für normales Wetter, während des ganzen Monats Januar erfreuten wir uns besonders reichlichen Sonnenscheins, indem die beschriebene Wolkendecke oft gar nicht, oft nur in ganz geringer Ausdehnung zur Ausbildung gelangte. Zu anderen Zeiten herrschte trübes Wetter, welches sich über die ganze Insel ausbreitete, doch waren die Tage äusserst selten, an denen die Sonne nicht aus den Wolken hervorkam.

Im Allgemeinen wird man behaupten dürfen, dass die Südseite der Insel mehr Sonnenschein hat, als die Nordseite, doch erleidet diese Feststellung gerade in den weniger beständigen Wintermonaten eine Einschränkung. Hier handelt es sich nun darum, zu wissen, inwieweit die meteorologischen Beobachtungen, deren ich mich bedient habe, und die unmittelbar an der Nordküste der Insel angestellt sind, geeignet sind, den Charakter der Witterung für die ganze Insel darzustellen. In Beziehung hierauf neige ich der Ansicht zu, dass die betreffenden meteorologischen Elemente, besonders die Dauer des Sonnenscheins, gerade in den Wintermonaten und im Mittel aus einer grösseren Zahl von Tagen den allgemeinen Verhältnissen der Insel, mit Ausnahme derjenigen Theile, welche von der regelmässigen täglichen Wolkenbildung voll getroffen werden, ziemlich nahe entsprechen werden. Ich habe mich sehr häufig davon überzeugt, dass der nördliche Küstenstrich, selbst bei starker Wolkenbildung, noch ausserhalb des Schattens derselben liegt.

Wenn diese Anschauung richtig ist, so erhalten wir also als Resultat der Untersuchung über die Amplitude der täglichen Bewegung, dass dieselbe der Hauptsache nach durch das Maass der Sonnenstrahlung bestimmt wird,

welche die Insel trifft. Die grösste Amplitude, welche vorkommt, beträgt 0.″97, die kleinste 0.″04, während die mittlere Amplitude 0.″40 ist. Denken wir uns in Orotava ein Meridianinstrument aufgestellt, so würde die Neigung der Achse desselben diesen Schwankungen unterworfen sein, abgesehen von denjenigen, welche die directe Einwirkung der Temperatur auf die Pfeiler erzeugt.

2. Wilhelmshaven.

Wie nachgewiesen worden ist, enthalten diese Beobachtungen ein vom Monde abhängiges Glied, das nicht vernachlässigt werden durfte. Um nun dasselbe nicht einzeln an jede Beobachtung anbringen zu müssen, habe ich dieselben wieder in Gruppen zusammengezogen, wie an der Spitze dieser Tabelle

Tägliche Periode, Gruppenmittel (Wilhelmshaven).

Gr. Zt.	1. März 7. — 13.	2. März 15. — 29	3. März 30. — Apr. 12.	4. April 13. — 18., 21., 26. — 29.	5. Mai 10. — 13., 16., 20., 21., 29. — 31.	6. Juni 27. — Juli 11.
0^h	22.93 +280	24.29 +423	17.61 +405	32.91 +266	37.35 +270	29.39 +232
1	23.53 +340	24.75 +469	18.09 +453	33.36 +311	38.32 +367	30.04 +297
2	23.56 +343	24.76 +470	18.14 +458	33.57 +332	38.68 +403	30.63 +356
3	23.21 +308	24.09 +403	17.71 +415	33.19 +294	38.78 +413	30.80 +373
4	22.11 +198	22.85 +279	16.82 +326	32.29 +204	38.48 +383	30.55 +348
5	20.70 + 57	21.55 +149	15.79 +223	31.45 +120	37.61 +296	30.34 +327
6	19.83 — 30	20.51 + 45	14.65 +109	30.60 + 35	36.68 +203	30.25 +318
7	19.19 — 94	19.77 — 29	13.79 + 23	29.82 — 43	35.90 +125	29.33 +226
8	18.63 —150	19.16 — 90	12.88 — 68	29.25 —100	35.06 + 41	27.91 + 84
9	18.31 —182	18.76 —130	12.39 —117	28.92 —133	34.25 — 40	26.85 — 22
10	18.00 —213	18.31 —175	11.99 —157	28.84 —141	33.72 — 93	26.08 — 99
11	17.83 —230	18.00 —206	11.69 —187	28.65 —160	32.91 —174	25.35 —172
12	17.76 —237	17.69 —237	11.52 —204	28.31 —194	32.23 —242	24.45 —262
13	17.91 —222	17.49 —257	11.36 —220	27.90 —235	31.49 —316	23.73 —334
14	18.04 —209	17.31 —275	11.12 —244	27.50 —275	30.67 —398	23.08 —399
15	18.23 —190	17.17 —289	10.80 —276	27.23 —302	29.89 —476	22.59 —448
16	18.34 —179	17.07 —299	10.44 —312	26.95 —330	29.65 —500	22.47 —460
17	18.47 —166	16.92 —314	10.34 —322	27.07 —318	30.42 —423	22.89 —418
18	18.76 —137	17.15 —291	10.71 —285	27.76 —249	32.31 —234	24.10 —297
19	19.47 — 66	18.01 —205	11.37 —219	29.05 —120	33.54 —111	25.48 —159
20	20.41 + 28	19.27 — 79	12.43 —113	30.45 + 20	34.50 — 15	26.77 — 30
21	21.49 +136	20.85 + 79	13.40 — 16	32.21 +196	35.56 + 91	28.25 +118
22	22.74 +261	22.33 +227	14.64 +108	33.86 +361	36.39 +174	29.14 +207
23	23.70 +357	23.47 +341	15.66 +210	34.95 +470	37.11 +246	29 27 +220
Mittel	20.13 (7)	20.06 (15)	13.56 (14)	30.25 (11)	34.65 (10)	27.07 (15)

Gr. Zt.	7. Juli 12. — 25.	8. Juli 26. — Aug. 9.	9. Aug. 10. — 24.	10. Aug. 25. — September 8.	11. Sept. 9. — 23.
0^h	21.59 +313	32.23 +190	36.61 +379	38.21 +189	35.71 +338
1	21.64 +318	32.99 +266	37.16 +434	38.88 +256	36.31 +398
2	22.07 +361	33.51 +318	37.34 +452	39.25 +293	36.49 +416
3	22.26 +380	33.73 +340	37.29 +447	39.23 +291	36.12 +379
4	22.41 +395	33.59 +326	36.80 +398	38.71 +239	35.47 +314
5	21.92 +346	32.99 +266	35.71 +289	38.03 +171	34.57 +224
6	21.25 +279	32.67 +234	35.15 +233	37.47 +115	33.69 +136
7	20.35 +189	31.50 +117	33.95 +113	36.90 + 58	33.26 + 93
8	19.26 + 80	30.53 + 20	33.01 + 19	36.44 + 12	32.74 + 41
9	18.47 + 1	29.82 — 51	32.32 — 50	36.01 — 31	32.18 — 15
10	17 80 — 66	29.19 —114	31.63 —119	35.71 — 61	31.60 — 73
11	17.09 —137	28.68 —165	31.10 —172	35.37 — 95	31.07 —126
12	16.38 —208	28.11 —222	30.60 —222	34.85 —147	30.71 —162
13	15.81 —265	27.65 —268	30.07 —275	34.36 —196	30.33 —200
14	15.19 —327	27.18 —315	29.58 —324	33.93 —239	29.94 —239
15	14.69 —377	26.73 —360	29.10 —372	33.43 —289	29.46 —287
16	14.35 —411	26.43 —390	28.61 —421	33.05 —327	29.04 —329
17	14.56 —390	26.52 —381	28.60 —422	32.90 —342	28.69 —364
18	15.11 —335	27.53 —280	29.21 —361	33.43 —289	28.86 —347
19	16.12 —234	28.81 —152	30.25 —257	34.69 —163	29.77 —256
20	17.36 —110	30.12 — 21	31.61 —121	36.14 — 18	31.03 —130
21	18.64 + 18	31.32 + 99	33.07 + 25	37.29 + 97	32.21 — 12
22	19.26 + 80	32.43 +210	33.94 +112	38.21 +189	32.91 + 58
23	19.54 +108	33.54 +321	34.86 +204	39.11 +279	33.75 +142
Mittel	18.46 (14)	30.33 (15)	32.82 (15)	36.32 (15)	32.33 (15)

angegeben. Dadurch werden die Mondglieder vollständig eliminirt; einige Gruppen sind wegen der Lücken in den Beobachtungen unvollständig geblieben, doch habe ich deswegen die Beobachtungen nicht ganz verwerfen wollen. Wir erhalten auf diese Weise 11 Gruppen von meist 14 oder 15 Tagen, die ersten 5 und die letzten 6 sind durch die längere Pause in den Beobachtungen getrennt.

In derselben Weise wie früher ergeben sich folgende Coefficienten: [1])

[1]) Hier ist zu berücksichtigen, dass wegen der Unterschiede in den Reductionsconstanten vor und nach der längeren Pause für eine strenge Vergleichung in den Gruppen 1—5 alle Coefficienten um $3\frac{1}{3}$ % ihres Werthes zu vergrössern, in den Gruppen 6—11 dagegen um ebensoviel zu verkleinern sind.

Tägliche Periode (Wilhelmshaven).

Gruppe	a_1	b_1	a_2	b_2	m_1	M_1	m_2	M_2
						°		°
1	+2.920	+0.960	+0.723	+0.533	+3.074	18.20	+0.898	36.4
2	+3.242	+1.689	+1.082	+0.418	+3.656	27.52	+1.160	21.1
3	+2.802	+1.716	+0.807	+0.525	+3.286	31.48	+0.962	33.0
4	+3.162	+2.171	+1.116	+0.187	+3.836	34.47	+1.132	9.5
5	+3.150	+2.652	+0.308	−0.264	+4.117	40.09	+0.406	319.4
6	+2.984	+3.107	+0.084	−0.286	+4.308	46.16	+0.298	286.4
7	+2.459	+2.713	+0.231	−0.045	+3.662	47.82	+0.235	349.0
8	+2.830	+3.020	+0.410	+0.147	+4.139	46.86	+0.436	19.7
9	+2.962	+2.625	+0.656	+0.214	+3.957	41.55	+0.690	18.1
10	+2.295	+2.379	+0.753	+0.060	+3.306	46.03	+0.756	4.6
11	+2.277	+2.625	+0.761	+0.205	+2.943	39.32	+0.788	15.1
1—5	+3.055	+1.838	+0.807	+0.280	+3.565	31.02	+0.854	19.1
6—11	+2.635	+2.745	+0.482	+0.049	+3.805	46.17	+0.484	5.8
1—11	+2.826	+2.332	+0.630	+0.153	+3.664	39.53	+0.648	13.6

Hier sind zunächst die Veränderungen in den Phasen M_1 und M_2 auffallend. In den M_1 ist ein Anwachsen um etwa 30°, d. h. eine Verschiebung der Maxima dieses Gliedes um 2^h von Anfang März bis Ende Juli, und darauffolgendes Abnehmen bemerkbar. Dagegen zeigen die Winkel M_2 eine Veränderung im entgegengesetzten Sinne, mit einem Minimum zu annähernd derselben Epoche. Die Verschiebung der Maxima des zweiten Gliedes beträgt aber hier 3^h—4^h. Es ist möglich, dass diese Aenderungen der Phasen in den fehlenden Monaten ihren Fortgang nehmen und somit in diesen Grössen eine jährliche Periode vorhanden ist.

Die Coefficienten zeigen eine ähnliche Veränderlichkeit; während der Coefficient m_1 von Anfang März bis in den Juli hinein wächst und dann wieder abnimmt, nimmt umgekehrt der Coefficient m_2 vom Anfang bis gegen Ende Juli hin ab, und zwar in viel stärkerem Maasse, als die betreffenden Veränderungen bei m_1 betragen, um dann wieder bis in den September hinein zu wachsen.

Wir dürfen daher gegen Mitte oder Ende Juli einen Umkehrpunkt für alle Elemente der täglichen Bewegung erblicken. Auch ist auf den ersten Blick ersichtlich, dass das Verhältniss der Coefficienten $\frac{m_1}{m_2}$ sehr viel grösseren Veränderungen unterworfen ist, als in Teneriffa, woraus wir

den Schluss ziehen dürfen, dass verschiedene Ursachen die tägliche Bewegung beeinflussen.

Obwohl nach dem Vorstehenden die tägliche Periode für Wilhelmshaven ziemlich beträchtliche Verschiebungen im Laufe des Jahres erleidet, und man deshalb, um einen mittleren Zustand darzustellen, der Beobachtungen eines vollen Jahres bedürfte, so habe ich doch die vorliegenden Zahlen zu einem Mittel zusammengezogen, nach welchem die in Fig. 4 (Taf. IV) eingezeichnete Curve construirt ist. Dabei sind noch folgende Glieder dritter und höherer Ordnung hinzugefügt, welche sich durch Substitution der Coefficienten und Vergleichung zwischen Rechnung und Beobachtung ergeben (Einheit $0\overset{p}{.}01$)

0^h -13.5	6^h $+\ 6.2$	12^h $+\ 5.5$	18^h -11.8
1 $-\ 7.1$	7 $-\ 0.3$	13 $+11.9$	19 $+\ 8.7$
2 $+\ 7.2$	8 -10.1	14 $+11.2$	20 $+21.3$
3 $+16.2$	9 $-\ 7.2$	15 $+\ 1.4$	21 $+22.9$
4 $+12.9$	10 $-\ 1.5$	16 -17.4	22 $+\ 1.8$
5 $-\ 0.6$	11 $-\ 0.8$	17 -31.0	23 -30.4.

Auch diese Curve ist in Fig. 5 (Taf. IV) neben denen für Teneriffa und Potsdam eingezeichnet, und zwar ähnelt sie denselben merkwürdig, wenn man die Vorzeichen umkehrt (auf die durch die entgegengesetzte Stellung der Instrumente bedingte Umkehrung der Vorzeichen ist schon Rücksicht genommen). Besonders auch das eigenthümliche Anwachsen des dritten Gliedes in den Vormittagsstunden ist in Wilhelmshaven ebenfalls bemerklich. [1])

Alle diese Coincidenzen können als ebensoviele Beweise dafür gelten, dass, wie schon hervorgehoben wurde, die tägliche Periode keine locale, sondern eine ganz allgemein auf der Erdoberfläche sich geltend machende Erscheinung ist.

Da sich die Zeiten auf den Greenwicher Meridian beziehen, so sind in Folge des Längenunterschiedes von $32\overset{m}{.}6$ die Winkel M_1 und M_2 um $+8\overset{o}{.}15$ und $+16\overset{o}{.}30$ bezw. zu ändern, um die Curve auf den Ortsmeridian zu reduciren.

---

[1]) Dieser Umstand ist deshalb bemerkenswerth, weil in Wilhelmshaven das Pendel nach Norden, also nach der entgegengesetzten Richtung zeigte.

Wir erhalten dann die Formel

$$+3^{p}.664 \cos(t-47^{0}.7)+0^{p}.648 \cos(2t-29^{0}.9)+$$

den rückständigen Gliedern für die ganze Beobachtungsreihe. Maximum und Minimum der Curve liegen bei $2^{h}.6$ und $16^{h}.9$ Ortszeit. Für das erste Glied sind die betreffenden Zeiten $3^{h}.2$ und $15^{h}.2$, für das zweite Glied $1^{h}.0$, $13^{h}.0$ und $7^{h}.0$, $19^{h}.0$. Folgende Zahlen stellen die mittlere Tagescurve (der Einfachheit halber nach Greenwicher Zeit) dar.

Greenw. Zt.			Greenw. Zt.		
0^{h}	$+3^{p}.33$	$+0''.967$	12^{h}	$-2^{p}.15$	$-0''.624$
1	+3.89	+1.130	13	−2.58	−0.749
2	+4.13	+1.200	14	−3.07	−0.891
3	+3.96	+1.150	15	−3.49	−1.013
4	+3.38	+0.981	16	−3.78	−1.098
5	+2.50	+0.726	17	−3.76	−1.092
6	+1.76	+0.511	18	−3.08	−0.895
7	+0.89	+0.258	19	−2.06	−0.598
8	+0.07	+0.020	20	−0.84	−0.244
9	−0.57	−0.166	21	+0.43	+0.125
10	−1.11	−0.322	22	+1.48	+0.430
11	−1.65	−0.479	23	+2.30	+0.668.

Zur Uebertragung in Winkelwerth habe ich das Mittel der beiden Reductionsconstanten $0''.2904$ gewählt.

Da es sich hier um Veränderungen von so grossem Betrage handelt, dass dieselben auch bei gewöhnlichen astronomischen Beobachtungen nicht unbemerkt bleiben können (an manchen Tagen steigt die tägliche Amplitude auf 4″), so habe ich Herrn Professor Boergen gebeten, an dem benachbarten Meridiankreise zu passenden Zeiten während einer Reihe von Tagen Nivellirungen vornehmen zu lassen. Derselbe entsprach diesem Ansuchen auf das freundlichste und theilte mir folgende Resultate mit, in welchen ich einige nahe bei einander liegende Nivellirungen bereits in eine Zahl zusammengezogen habe. 1^{p} des Niveaus entspricht $1''.85$.

Tagesbeobachtungen:

Datum	M. Zt. h	i p
Juli 2.	23.75	−2.92
3.	23.87	−2.74
4.	23.92	−2.72
5.	23.97	−2.56
6.	23.80	−2.36
7.	23.92	−2.15
8.	23.80	−2.12
9.	23.87	−2.10
10.	23.92	−2.45
11.	23.92	−2.12
12.	23.83	−2.18
13.	23.87	−1.69
14.	23.87	−1.22
15.	23.83	−1.44
16.	23.83	−1.04
17.	23.73	−1.05
18.	24.18	−0.99
19.	23.83	−1.10
20.	23.90	−1.08
21.	23.87	−1.21
22.	23.85	−0.74
23.	23.87	−0.70
24.	23.83	−0.35
25.	23.87	−0.24
26.	23.80	−0.51
27.	23.82	+0.15
28.	23.93	−0.40
29.	23.83	−0.56
30.	23.90	−0.44
31.	23.83	−0.81
Aug. 1.	23.83	−1.06
2.	23.90	−1.01
4.	23.88	−1.05

Nachtbeobachtungen:

Datum	M. Zt. h	i p
Juli 3.	9.50	−2.55
4.	13.13	−3.70
5.	12.42	−2.58
6.	9.33	−2.51
7.	13.43	−1.91
8.	13.08	−1.86
9.	14.67	−1.76
10.	14.00	−2.19
11.	11.60	−1.51
12.	13.05	−2.00
13.	14.80	−1.50
14.	14.03	−1.21
15.	12.80	−1.35
16.	10.60	−1.59
17.	12.37	−0.55
18.	12.53	−0.49
19.	12.58	−0.65
21.	10.95	−1.00
22.	12.42	−0.70
24.	14.05	−0.64
25.	12.87	−0.35
26.	12.29	−0.38
27.	14.13	−0.45
29.	12.82	−0.38
30.	13.33	−0.41
31.	11.54	−0.58
Aug. 1.	14.63	−0.95.

Fasst man diese Beobachtungen zusammen, so findet man für die Tagesbeobachtungen

$$\text{Juli } 17.\quad 23.^{\text{h}}87\quad i - 1.^{\text{p}}36$$

und für die Nachtbeobachtungen

$$\text{Juli } 17.\quad 12.^{\text{h}}70\quad i - 1.^{\text{p}}32,$$

zwischen diesen beiden Zahlen ist kein merklicher Unterschied vorhanden. Da nun aber doch in einzelnen aufeinander folgenden Ablesungen eine systematische Differenz angedeutet ist, so bildete ich die Differenzen Nacht- — Tages-Beobachtungen, wie folgt

Juli 3.	$+0.^{\text{p}}19$	Juli 12.	$+0.^{\text{p}}18$	Juli 22.	$+0.^{\text{p}}04$
4.	-0.98	13.	$+0.19$	24.	-0.29
5.	-0.02	14.	$+0.01$	25.	-0.11
6.	-0.15	15.	$+0.09$	26.	$+0.13$
7.	$+0.24$	16.	-0.55	27.	-0.60
8.	$+0.26$	17.	$+0.50$	29.	$+0.18$
9.	$+0.34$	18.	$+0.50$	30.	$+0.03$
10.	$+0.26$	19.	$+0.45$	31.	$+0.23$
11.	$+0.61$	21.	$+0.21$	Aug. 1.	$+0.11$.

Wir haben hier unter 27 Werthen 20 positive und im Mittel folgt die Differenz $+0.^{\text{p}}076 = +0.''14$. Hiernach ist, obwohl das Resultat offenbar sehr unsicher bleibt, doch angedeutet, dass das Westende der Axe gegen Mitternacht etwas höher liegt, als zu Mittag. Aus den Pendelbeobachtungen erhalten wir dagegen für die entsprechende Periode (Gruppe 6—8) die Formel

$$+4.^{\text{p}}04\ \cos(t - 3.^{\text{h}}67) + 0.^{\text{p}}25\ \cos(2t - 0.^{\text{h}}13).$$

Hieraus folgen die Ablenkungen für

$$12.^{\text{h}}70\quad -0.''74\ \text{(West)}$$
$$23.87\quad +0.69\ \text{(Ost)},$$

d. h. es müsste hiernach das Pendel von $12.^{\text{h}}70$ bis $23.^{\text{h}}87$ um $1.''43$ von West nach Ost wandern. Um ebensoviel, d. h. etwa $0.^{\text{p}}8$, müsste sich mithin die Neigung der Achse des Meridianinstruments vergrössern. Die Nivellirungen

ergeben aber dem Sinne nach eine umgekehrte, dem Betrage nach fast unmerkliche Aenderung.

Man wird nun sagen können, dass die Beobachtungen am Niveau sich nicht messen können mit denen an einem so empfindlichen Instrument, wie das Horizontalpendel. 1^p des Niveaus repräsentirt in der Ordinate der photographischen Curve 33 mm, ferner ist bekannt, dass besonders bei älteren Niveaus — ob das Wilhelmshavener zu diesen gehört, weiss ich nicht — sehr störende Anomalien auftreten, welche die Ablesungen, soweit es sich um geringe Grössen handelt, fast illusorisch machen. Dennoch glaube ich, dass, wenn nicht die Temperatureinflüsse in den oberen Theilen des Pfeilers die fragliche Erscheinung verdecken, dieselbe bei dem Hauptpfeiler des Meridiankreises in der That nicht in diesem Grade vorhanden ist. Dies führt zu der Annahme, dass, da der Meridianpfeiler in einer sehr viel tieferen und solideren Schicht fundirt ist, als der Pendelpfeiler, nur die oberen Erdschichten in Wilhelmshaven an der durch das Pendel angedeuteten Bewegung Theil nehmen, mit der Beschränkung, dass dies vielleicht nur für einen Theil der offenbar durch verschiedene Einflüsse bestimmten Bewegung gilt. Ob sich ähnliche Bewegungen, wie sie hier bemerkt wurden, auch in grösseren Tiefen finden, wird hoffentlich über kurz oder lang durch directe Beobachtung entschieden werden. Hängen sie mit der Bodentemperatur zusammen, so müssten sie schon in wenigen Metern Tiefe verschwinden. Dass die meisten Meridiankreispfeiler unter ihrem Einflusse stehen, ist in Anbetracht der günstigen Aufstellung der Pendelapparate sehr wahrscheinlich. Die bisherigen Untersuchungen über die Stabilität astronomischer Instrumente ergeben zwar in einzelnen Fällen Uebereinstimmung mit den durch das Pendel gewonnenen Resultaten, weichen aber doch im Allgemeinen von einander so sehr ab, dass man nicht umhin kann, in den meisten Fällen starke locale Einflüsse vorauszusetzen. [1])

Aus dem Fortgange dieser Untersuchungen wird sich ergeben, dass die Bewegungen des Pendels stark von dem Gange des Luftdrucks beeinflusst werden, und zwar derart, dass einer Vermehrung des Luftdrucks um 1 mm eine nach Osten gerichtete Bewegung des Pendels von fast genau 1^p der Scala

[1]) In der ersten Hälfte des VIII. Abschnitts ist eine Zusammenstellung solcher Untersuchungen mitgetheilt.

entspricht. Ich habe nun für die Monate März bis Mai, für welche mir Einsicht in die Ablesungen der Barographencurven gestattet werden konnte, die tägliche Periode des Luftdrucks berechnet. Die mittleren Barometerstände sind folgende:

M. Zt.	mm	M. Zt.	mm	M. Zt.	mm	M. Zt.	mm
0^h	757.90	6^h	757.47	12^h	757.80	18^h	757.57
1	757.77	7	757.57	13	757.73	19	757.60
2	757.63	8	757.73	14	757.67	20	757.70
3	757.47	9	757.80	15	757.60	21	757.80
4	757.37	10	757.83	16	757.53	22	757.87
5	757.40	11	757.83	17	757.53	23	757.90.

Aus diesen Zahlen folgt die tägliche Schwankung des Barometers

$$+ \overset{mm}{0.042} \cos(t - 269°) + \overset{mm}{0.210} \cos(2t - 321°)$$

bezogen auf den mittleren Mittag, während die Formel für das Pendel

$$+ \overset{p}{3.565} \cos(t - \overset{0}{39.2}) + \overset{p}{0.854} \cos(2t - \overset{0}{35.4})$$

ist.

Aus der Vergleichung dieser Formeln ist zu ersehen, dass die Oscillation des Luftdrucks die tägliche Bewegung des Pendels nicht erklärt, obwohl aus dem oben angeführten Grunde anzunehmen ist, dass die letztere ein der ersteren entsprechendes Glied enthält.

Die Amplituden der täglichen Bewegung des Pendels sind einer ähnlichen Untersuchung unterworfen, wie diejenigen der Beobachtungen in Teneriffa. Es würde zu weit führen, die langen Zahlenreihen, sowie die zur Vergleichung benutzten meteorologischen Daten hierher zu setzen. Die letzteren sind den monatlichen Zusammenstellungen des Wilhelmshavener Observatoriums in den „Annalen der Hydrographie etc." entnommen. Die aus den ursprünglichen Pendelbeobachtungen interpolirten, von periodischen Gliedern unabhängigen Zahlen haben weiterhin bei der Untersuchung der Bewegung des Nullpunktes Verwendung gefunden.

Für die Amplituden ergiebt die Vergleichung mit der täglichen Temperaturoscillation ϑ (in Graden Celsius) Folgendes:

Zahl der Beobachtungen	ϑ	Amplitude	Grenzen derselben
	°	p	
4	1.55	5.72	4.7 und 7.7
2	2.20	5.95	5.6 „ 11.9
4	3.45	6.55	4.5 „ 8.4
19	4.48	8.08	5.1 „ 11.5
24	5.45	7.11	3.9 „ 10.9
28	6.47	7.96	3.8 „ 12.3
22	7.46	7.77	5.1 „ 10.4
13	8.37	8.24	3.3 „ 12.1
6	9.52	9.68	7.7 „ 11.4
8	10.31	10.17	7.5 „ 11.7
4	11.28	9.40	9.1 „ 9.9.

In diesen Zahlen haben wir, wie vorher in Teneriffa, die Thatsache deutlich ausgesprochen, dass die Amplitude der Pendelbewegung wächst, wenn die Oscillation der Temperatur grösser wird. Allerdings ist hervorzuheben, dass sich dieses Resultat fast ausschliesslich auf die extremen, nur auf wenigen Beobachtungen beruhenden Werthe der obigen Tabelle gründet, während die mittleren, besser verbürgten Zahlen keinen merklichen Gang zeigen. Keinesfalls ist also die Beziehung zwischen den beiden Elementen eine so innige, wie in Teneriffa, oder wie sie sich auch für Potsdam ergeben wird. Vergleicht man endlich die Grenzen der in jeder Gruppe enthaltenen Beobachtungen, so zeigt sich, dass dieselben auch hier ziemlich weit auseinander liegen. Die Intensität der Sonnenstrahlung, für welche wir die Zahlen ϑ als ein ungefähres Maass betrachten dürfen, ist daher offenbar nur zum Theil bestimmend für die Grösse der täglichen Bewegung des Pendels. Wenn die Beobachtungen vom Juni an nach ihren Gruppen zusammengefasst werden, so bleibt sogar keine merkliche Beziehung zwischen der Amplitude und der Temperaturschwankung bestehen, wie folgende Zahlen beweisen:

Gruppe	Amplitude	ϑ
	p	°
6	7.84	6.23
7	7.47	7.00
8	8.21	7.10
9	8.30	6.73
10	6.97	6.58
11	7.29	7.24
Mittel	7.68 (= 2.″23)	6.°81.

Obwohl vielleicht nur auf Zufall beruhend, ist doch die Aehnlichkeit auffallend, welche zwischen der täglichen Periode der Pendelbewegung und der täglichen Variation der magnetischen Declination besteht. Um die Vergleichung dieser beiden Elemente etwas genauer ausführen zu können, hat mir der Assistent des Observatoriums in Wilhelmshaven, Herr Stück, freundlicherweise die noch nicht veröffentlichten stündlichen Werthe der Variation für die Monate März bis September und die Jahre 1883—1888 mitgetheilt. Aus diesen Zahlen habe ich folgende Mittelwerthe gebildet, welche die mittlere Variation für die genannten Monate und Jahre in Bogenminuten (+ westlich, — östlich) geben.

0^h	$+5'.67$	6^h	$-0'.18$	12^h	$-1'.63$	18^h	$-3'.22$
1	+6.72	7	−0.57	13	−1.75	19	−3.49
2	+6.14	8	−0.93	14	−1.88	20	−3.46
3	+4.52	9	−1.06	15	−1.77	21	−2.12
4	+2.56	10	−1.35	16	−2.32	22	+0.17
5	+0.95	11	−1.44	17	−2.88	23	+3.19.

Hieraus folgt die Formel für die tägliche Variation in Wilhelmshaven

$$+ 3'.49 \cos (t - 37^\circ.3) + 2'.40 \cos (2t - 37^\circ.1) + 0'.99 \cos (3t - 33^\circ.7),$$

das Maximum dieser Formel liegt bei nahe $1\frac{1}{2}^h$ Ortszeit. Für das Pendel haben wir, wenn aus den übrig bleibenden Abweichungen das dritte Glied berechnet wird, für Ortszeit

$$+ 3''.664 \cos (t - 47^\circ.7) + 0''.648 \cos (2t - 29^\circ.9) + 0''.151 \cos (3t - 218^\circ).$$

Die graphische Darstellung beider Curven ist in Fig. 4 (Taf. IV) enthalten. Das Pendel erreicht nahe zu derselben Zeit die östliche Elongation, wenn die Magnetnadel in die westliche eintritt. Die entgegengesetzten Phasen stimmen weniger überein, indem die östliche Elongation der Magnetnadel etwa 3^h nach der westlichen des Pendels stattfindet. Auch ist das secundäre Maximum in der magnetischen Curve sehr viel stärker hervortretend. In dieser Hinsicht ist allerdings auch das Verhalten des Pendels ein sehr ungleiches, indem an vielen Tagen das secundäre Maximum in der Pendelcurve sehr augenfällig hervortritt.

Ich habe auch die Amplituden verglichen, obwohl dieselben verschiedenen Jahren angehören (die magnetischen Beobachtungen für 1889 waren noch nicht bearbeitet), und Folgendes gefunden:

Monat	Amplitude der täglichen Variation 1883—88	Amplitude der täglichen Bewegung des Pendels
März	9.′77	2.″37
April	11.42	2.34
Mai	10.85	2.78
Juni	11.68	—
Juli	11.48	2.30
August	10.47	2.45
September	9.53	2.14.

Auch hier entsprechen sich beide Elemente insofern, als in beiden zu Anfang des Sommers das Maximum eintritt. Da ich zufällig die Washingtoner magnetischen Beobachtungen zur Hand hatte, so habe ich auch für diese die Formel abgeleitet, sie lautet für die sechs Monate März bis Mai, Juli bis September 1889

$$+ 2.′06 \cos (t - 34.^{0}7) + 1.′85 \cos (2t - 9.^{0}4)$$

nach Wash. M. Zt. Die mittleren Amplituden dagegen sind

März	5.′4
April	7.1
Mai	7.9
Juni	8.3
Juli	8.7
August	9.5
September	9.1.

Bei dem Zusammenhange, den wir zwischen der Intensität der Sonnenstrahlung und der Amplitude der Bewegung des Pendels aufgefunden haben, dürfte es nicht ausgeschlossen sein, dass eine auf correspondirendes Material gegründete Vergleichung zwischen den beiderseitigen Bewegungen einen engeren Zusammenhang zwischen denselben erkennen liesse.[1])

[1]) Vergl. Zöllner, Nr. 57, wo es heisst: „Systematische und gleichzeitig in verschiedenen Verticalkreisen angestellte Beobachtungen mit dem Horizontalpendel und ihre Vergleichung mit den Ablesungen der magnetischen Instrumente werden uns ein sehr werthvolles Beobachtungsmaterial liefern, dessen Discussion die enge Beziehung zwischen den mechanischen, magnetischen und elektrischen Vorgängen unseres Planeten in ein klar erkanntes Causalverhältniss verwandeln wird. Wir gelangen hierdurch in den Besitz einer ausserordentlich reichhaltigen und mannigfaltigen Zeichensprache, deren Deutung uns dereinst vielleicht in ebenso vollkommener Weise eine anschauliche Vorstellung von den Vorgängen unter der Erde verschaffen wird, wie dies die Zeichensprache der Sinne, besonders durch Vermittelung des Lichts bei den Vorgängen über der Erde gethan hat.“

3. Potsdam.

Da die Mondglieder für Potsdam, wie an anderer Stelle nachgewiesen worden ist, fast verschwindend sind, so habe ich die Beobachtungen in 9—10tägige Mittel vereinigt (siehe Tabellen auf Seite 128, 129 und 130), aus welchen wie früher die Coefficienten berechnet wurden. Ueber dieselben ist wenig zu bemerken, eine ausgesprochene Periodicität ist in denselben nicht wahrzunehmen, nur in den m_1, m_2 ist ein Maximum im Mai angedeutet, welches, wie die Vergleichung mit den entsprechenden mittleren Temperaturoscillationen ϑ ergiebt, dem Gange derselben entspricht. In den Phasenwinkeln M_1, M_2 erreichen die grössten Abweichungen zweier Gruppen noch nicht 30°, so dass die tägliche Periode einen etwas constanteren Charakter trägt, als an den beiden anderen Orten.[1])

Im Mittel erhalten wir aus allen diesen Beobachtungen die Formel

$$+1^{p}.132\cos(t-266^{0}.42)+0^{p}.309\cos(2t-264^{0}.73)+0^{p}.086\cos(3t-268^{0}.76)$$

bezogen auf Greenwicher Zeit. Das dritte Glied ist durch Vergleichung der

[1]) Nach Beendigung der ersten Hälfte der Beobachtungen, welche in den ersten 7 Gruppen zusammengefasst sind, führte ich, ehe noch die Grösse des Mondgliedes für Potsdam bekannt war, folgende Rechnung aus, deren Resultat immerhin merkwürdig genug erscheint.

Die Beobachtungen wurden derart zusammengezogen, dass immer die Tage mit nahe übereinstimmenden, bezw. um 12^{h} verschiedenen Culminationszeiten des Mondes zu Mittelwerthen vereinigt wurden. Es entstanden dadurch 14 Gruppen von je 24 Werthen, für welche einzeln die Coefficienten der harmonischen Glieder berechnet wurden. Diese Rechnung ergab, in demselben Sinne wie oben, folgende Zahlen, denen die jeder Gruppe entsprechenden Mondculminationszeiten beigefügt sind:

Gruppe	Zahl der Tage	C.-Zt.	m_1	M_1	m_2	M_2
		^{h}		^{0}		^{0}
I	5	11.7	+ 1.289	271.3	+ 0.231	278.1
II	6	0.4	+ 1.292	264.0	+ 0.423	269.1
III	8	1.3	+ 1.694	264.1	+ 0.403	263.7
IV	8	2.1	+ 1.599	266.9	+ 0.453	275.6
V	10	2.9	+ 1.491	270.7	+ 0.445	272.5
VI	8	3.8	+ 1.525	274.1	+ 0.490	278.7
VII	7	4.7	+ 1.795	272.0	+ 0.582	278.8
VIII	5	5.5	+ 1.653	272.4	+ 0.605	279.1
IX	4	6.6	+ 1.565	272.2	+ 0.412	280.5
X	7	7.1	+ 1.588	269.9	+ 0.446	276.7
XI	7	8.1	+ 1.536	273.0	+ 0.502	279.7
XII	6	8.9	+ 1.332	273.2	+ 0.438	273.0
XIII	7	9.9	+ 1.206	272.8	+ 0.355	260.8
XIV	7	10.6	+ 1.275	271.6	+ 0.347	264.5

Beobachtungen mit den aus den beiden ersten sich ergebenden Zahlen berechnet. Die Differenzen im Sinne Beobachtung — Rechnung und in Einheiten von $0^{p}.01$ sind folgende:

0^h	+11.1	6^h	+8.7	12^h	+0.6	18^h	−7.4
1	− 5.4	7	+3.9	13	+5.3	19	−4.8
2	−12.5	8	−3.2	14	+8.1	20	+1.5
3	− 9.8	9	−6.8	15	+5.4	21	+7.6
4	+ 1.8	10	−6.9	16	+0.2	22	+7.9
5	+ 8.8	11	−4.6	17	−6.9	23	−3.6.

Wird die obige Formel wegen des Längenunterschiedes von 52^m reducirt und das Vorzeichen aller Glieder umgekehrt, da in Potsdam die den westlichen Ablenkungen entsprechenden Ablesungen die grösseren sind, so erhalten wir in Ortszeit die Formel

$$+1^{p}.132\cos(t-99^{0}.42)+0^{p}.309\cos(2t-110^{0}.73)+0^{p}.086\cos(3t-130^{0}.76),$$

Diese Coefficienten weisen eine unverkennbare Periodicität auf. Vereinigt man nun je zwei um 6^h in den Culminationszeiten von einander verschiedene Gruppen mit einander und berechnet von Neuem die Coefficienten, so verschwindet, wie nachstehende Tabelle zeigt,

Gruppen	Zahl der Tage	Mitte der C.-Zt.	m_1	M_1	m_2	M_2
I—VIII	10	$2^h.6$	+1.471	$271^0.8$	+0.418	$278^0.3$
II—IX	10	3.5	+1.424	268.5	+0.420	274.8
III—X	15	4.2	+1.636	267.0	+0.422	270.5
IV—XI	15	5.1	+1.563	269.9	+0.477	277.8
V—XII	16	5.9	+1.410	272.7	+0.441	272.7
VI—XIII	15	6.9	+1.366	273.6	+0.416	271.6
VII—XIV	14	7.7	+1.532	271.7	+0.462	273.4

diese Periodicität besonders in den Coefficienten m_2 nahezu vollständig. Da die Beobachtungen jeder Gruppe naturgemäss gleichmässig über die ganze Reihe vertheilt sind, so müssen die mittleren Temperaturoscillationen nur geringe Unterschiede aufweisen.

Auf Grund dieses Ergebnisses wurde bei der Untersuchung über den Einfluss des Mondes ein positives Resultat, und zwar eine halbtägige Welle mit einem Coefficienten von mindestens $0^{p}.15$ erwartet. Das Resultat entsprach aber dieser Annahme nicht. Da man die durch die Vereinigung der Beobachtungen in den Coefficienten m_1 und m_2 erzielte Uebereinstimmung aber nicht für zufällig halten kann, so bliebe nur die Hypothese, dass die Amplitude der täglichen Periode vom Monde beeinflusst wird, und zwar am grössten ist, wenn derselbe in den Vierteln steht, am kleinsten dagegen bei Neu- und Vollmond.

Es wird auf diesen Gegenstand zurückzukommen sein, sobald einmal eine über ein volles Jahr sich erstreckende Beobachtungsreihe vorliegt. — Siehe Anmerkung auf Seite 134.

Tägliche Periode, 9—10tägige Gruppenmittel (Potsdam).

Gr. Zt.	1. April 1. — 10.	2. April 11. — 19.	3. April 20. — 29.	4. Apr. 30.—Mai 8.	5. Mai 9. — 18.	6. Mai 19. — 27.	7. Mai 28.—Juni 6.	8. Juni 18. — 25.	9. Juni 26.—Juli 4.
0^h	34.45 —169	64.48 —103	78.51 — 97	87.98 — 40	87.46 + 37	73.60 + 94	50.98 + 83	13.30 — 37	16.94 — 74
1	34.38 —176	64.23 —128	77.79 —169	86.91 —147	86.78 — 31	72.51 — 15	50.10 — 5	12.85 — 82	16.43 —125
2	34.22 —192	63.86 —165	77.43 —205	86.20 —218	86.20 — 89	71.77 — 89	49.47 — 68	12.56 —111	16.07 —161
3	34.11 —203	63.63 —188	77.27 —221	85.88 —250	85.83 —126	71.37 —129	49.17 — 98	12.44 —123	15.91 —177
4	34.17 —197	63.59 —192	77.39 —209	85.97 —241	85.73 —136	71.38 —128	49.13 —102	12.43 —124	15.94 —174
5	34.31 —183	63.82 —169	77.57 —191	86.17 —221	85.81 —128	71.43 —123	49.17 — 98	12.52 —115	16.04 —164
6	34.54 —160	64.03 —148	77.91 —157	86.44 —194	85.97 —112	71.48 —118	49.20 — 95	12.60 —107	16.19 —149
7	34.91 —123	64.28 —123	78.20 —128	86.71 —167	86.09 —100	71.62 —104	49.27 — 88	12.77 — 90	16.40 —128
8	35.14 —100	64.49 —102	78.53 — 95	86.99 —139	86.27 — 82	71.73 — 93	49.38 — 77	12.96 — 71	16.63 —105
9	35.42 — 72	64.72 — 79	78.86 — 62	87.39 — 99	86.43 — 66	71.94 — 72	49.47 — 68	13.16 — 51	16.87 — 81
10	35.67 — 47	65.00 — 51	79.19 — 29	87.70 — 68	86.63 — 46	72.20 — 46	49.65 — 50	13.34 — 33	17.11 — 57
11	35.92 — 22	65.28 — 23	79.45 — 3	88.01 — 37	86.84 — 25	72.49 — 17	49.82 — 33	13.54 — 13	17.38 — 30
12	36.22 + 8	65.57 + 6	79.73 + 25	88.37 — 1	87.00 — 9	72.64 — 2	50.00 — 15	13.75 + 8	17.67 — 1
13	36.53 + 39	65.83 + 32	80.00 + 52	88.76 + 38	87.23 + 14	72.82 + 16	50.23 + 8	13.90 + 13	17.94 + 26
14	36.83 + 69	66.08 + 57	80.26 + 78	89.09 + 71	87.44 + 35	73.00 + 34	50.43 + 28	14.09 + 42	18.22 + 54
15	37.11 + 97	66.33 + 82	80.52 +104	89.39 +101	87.65 + 56	73.19 + 53	50.61 + 46	14.23 + 56	18.50 + 82
16	37.36 +122	66.56 +105	80.78 +130	89.79 +141	87.84 + 75	73.39 + 73	50.76 + 61	14.40 + 73	18.78 +110
17	37.64 +150	66.76 +125	80.99 +151	90.12 +174	88.02 + 93	73.63 + 97	50.93 + 78	14.63 + 96	19.01 +133
18	37.86 +172	67.12 +161	81.24 +176	90.51 +213	88.24 +115	73.86 +120	51.14 + 99	14.81 +114	19.24 +156
19	38.03 +189	67.27 +176	81.43 +195	90.87 +249	88.41 +132	74.04 +138	51.29 +114	14.99 +132	19.50 +182
20	38.15 +201	67.37 +186	81.49 +201	91.03 +265	88.47 +138	74.12 +146	51.37 +122	15.11 +144	19.64 +196
21	38.16 +202	67.38 +187	81.42 +194	90.84 +246	88.34 +125	73.94 +128	51.18 +103	14.98 +131	19.64 +196
22	38.15 +201	67.34 +183	81.09 +161	90.36 +198	88.01 + 92	73.38 + 72	50.81 + 66	14.64 + 97	19.36 +168
23	37.99 +185	67.23 +172	80.43 + 95	89.54 +116	87.47 + 38	72.41 — 25	49.97 — 18	14.06 + 39	18.90 +122
Mittel	36.14	65.51	79.48	88.38	87.09	72.66	50.15	13.67	17.68

Gr. Zt.	10. Juli 5. — 13.	11. Juli 26. — Aug. 3.	12. August 4. — 12.	13. August 13. — 21.	14. August 22. — 30.	15. Aug. 31. — Sept. 8.	16. Sept. 9. — 17.	17. Sept. 18. — 25.
0^h	30.02 — 66	12.60 — 41	18.36 — 74	22.63 — 11	24.80 — 42	25.61 — 52	31.93 — 55	41.06 — 52
1	29.66 —102	12.00 —101	17.99 —111	22.17 — 57	24.13 —109	24.86 —127	31.50 — 98	40.75 — 83
2	29.40 —128	11.62 —139	17.70 —140	21.81 — 93	23.91 —131	24.32 —181	31.21 —127	40.42 —116
3	29.27 —141	11.49 —152	17.50 —160	21.71 —103	23.88 —134	24.22 —191	31.08 —140	40.29 —129
4	29.29 —139	11.59 —142	17.61 —149	21.70 —104	24.09 —113	24.36 —177	31.16 —132	40.36 —122
5	29.36 —132	11.73 —128	17.77 —133	21.77 — 97	24.18 —104	24.58 —155	31.30 —118	40.52 —106
6	29.50 —118	11.88 —113	17.94 —116	21.89 — 85	24.33 — 89	24.84 —129	31.52 — 96	40.74 — 84
7	29.63 —105	12.07 — 94	18.17 — 93	22.07 — 67	24.48 — 74	25.07 —106	31.69 — 79	40.92 — 66
8	29.84 — 84	12.22 — 79	18.40 — 70	22.23 — 51	24.68 — 54	25.32 — 81	31.84 — 64	41.09 — 49
9	30.03 — 65	12.42 — 59	18.61 — 49	22.40 — 34	24.86 — 36	25.57 — 56	32.00 — 48	41.26 — 32
10	30.23 — 45	12.60 — 41	18.81 — 29	22.56 — 18	25.06 — 16	25.80 — 33	32.18 — 30	41.42 — 16
11	30.48 — 20	12.81 — 20	19.06 — 4	22.74 0	25.23 + 1	26.04 — 9	32.34 — 14	41.60 + 2
12	30.74 + 6	13.03 + 2	19.26 + 16	22.89 + 15	25.40 + 18	26.28 + 15	32.52 + 4	41.76 + 18
13	31.02 + 34	13.31 + 30	19.48 + 38	23.04 + 30	25.56 + 34	26.50 + 37	32.70 + 22	41.90 + 32
14	31.29 + 61	13.54 + 53	19.69 + 59	23.19 + 45	25.76 + 54	26.72 + 59	32.88 + 40	42.02 + 44
15	31.47 + 79	13.76 + 75	19.90 + 80	23.30 + 56	25.91 + 69	26.96 + 83	33.06 + 58	42.12 + 54
16	31.62 + 94	13.99 + 98	20.09 + 99	23.41 + 67	26.08 + 86	27.19 +106	33.23 + 75	42.26 + 68
17	31.79 +111	14.16 +115	20.23 +113	23.53 + 79	26.18 + 96	27.39 +126	33.39 + 91	42.36 + 78
18	31.97 +129	14.34 +133	20.38 +128	23.60 + 86	26.30 +108	27.56 +143	33.54 +106	42.45 + 87
19	32.10 +142	14.48 +147	20.44 +134	23.67 + 93	26.37 +115	27.68 +155	33.70 +122	42.55 + 97
20	32.13 +145	14.51 +150	20.49 +139	23.63 + 89	26.40 +118	27.78 +165	33.82 +134	42.61 +103
21	32.09 +141	14.38 +137	20.44 +134	23.53 + 79	26.20 + 98	27.76 +163	33.84 +136	42.61 +103
22	31.83 +115	14.11 +110	20.22 +112	23.29 + 55	26.02 + 80	27.54 +141	33.72 +121	42.52 + 91
23	31.46 + 78	13.67 + 66	19.87 + 77	22.92 + 18	25.57 + 35	27.14 +101	33.37 + 89	42.26 + 68
Mittel	30.68	13.01	19.10	22.74	25.22	26.13	32.48	41.58

Tägliche Periode (Potsdam).

Gruppe	a_1	b_1	a_2	b_2	m_1	M_1	m_2	M_2	$\frac{m_1}{m_2}$	ϑ
						°				°
1	−0.048	−0.809	−0.005	−0.160	+0.810	266.60	+0.160	268.2	5.1	5.7
2	+0.043	−0.959	+0.054	−0.233	+0.960	272.57	+0.239	283.1	4.0	5.6
3	−0.262	−1.345	−0.052	−0.396	+1.370	248.98	+0.399	262.5	3.4	9.3
4	−0.017	−1.909	−0.067	−0.563	+1.909	269.49	+0.567	263.2	3.4	13.1
5	+0.065	−1.282	+0.010	−0.337	+1.283	272.90	+0.337	271.7	3.8	10.6
6	+0.012	−1.714	−0.037	−0.496	+1.714	270.40	+0.497	265.7	3.4	12.0
7	+0.081	−1.412	−0.051	−0.371	+1.414	273.28	+0.375	262.2	3.8	11.2
8	−0.059	−1.047	−0.070	−0.301	+1.048	266.77	+0.309	257.9	3.4	10.4
9	+0.042	−1.161	−0.020	−0.281	+1.162	272.07	+0.281	265.9	4.1	9.9
10	−0.066	−0.966	−0.025	−0.163	+0.968	266.09	+0.165	261.3	5.9	9.1
11	−0.090	−1.102	−0.078	−0.296	+1.106	265.33	+0.306	255.2	3.6	9.7
12	−0.185	−1.095	−0.040	−0.279	+1.111	260.49	+0.282	261.8	3.9	9.6
13	−0.180	−1.006	−0.028	−0.371	+1.022	259.85	+0.372	265.7	2.7	8.5
14	−0.227	−0.877	−0.079	−0.230	+0.906	255.59	+0.243	251.0	3.7	8.7
15	−0.142	−1.076	−0.011	−0.284	+1.085	262.48	+0.284	267.8	3.8	10.8
16	−0.029	−0.774	−0.010	−0.248	+0.775	267.85	+0.248	267.7	3.1	9.2
17	−0.138	−0.672	+0.027	−0.217	+0.686	258.40	+0.219	277.1	3.1	7.8

welche uns eine vollkommene Darstellung der Beobachtungen giebt. Maximum und Minimum dieser Curve liegen bei etwa 5^h und 21^h Ortszeit. In Winkelmaass übertragen werden die Ordinaten folgende:

Gr. Zt.			Gr. Zt.		
	p	″		p	″
0^h	+0.10	+0.020	12^h	−0.04	−0.008
1	+0.60	+0.120	13	−0.25	−0.050
2	+0.99	+0.198	14	−0.43	−0.086
3	+1.22	+0.244	15	−0.60	−0.120
4	+1.26	+0.252	16	−0.76	−0.152
5	+1.18	+0.236	17	−0.92	−0.184
6	+1.02	+0.204	18	−1.07	−0.214
7	+0.84	+0.168	19	−1.19	−0.238
8	+0.67	+0.134	20	−1.23	−0.246
9	+0.50	+0.100	21	−1.12	−0.224
10	+0.34	+0.068	22	−0.84	−0.168
11	+0.15	+0.030	23	−0.41	−0.082 .

Diese Curve ist wie die anderen in Fig. 4 dargestellt, ebenso sind die Glieder dritten Grades in Fig. 5 eingetragen. Auf die Uebereinstimmung derselben mit den Curven für Teneriffa ist bereits hingewiesen worden.

Die Amplituden sind wie früher berechnet, nachdem die Nullpunkte für die entsprechenden Epochen interpolirt waren. Das Vergleichsmaterial bilden die meteorologischen Beobachtungen des astrophysikalischen Observatoriums, von denen ich auch die Bewölkungszahlen (0—10) benutzt habe, und zwar das Mittel der dreimal täglich gemachten Notirungen. Ich setze sogleich die mittleren Resultate her

α = Amplitude	ϑ = Temp.-Max. — Min.	Bewölkung	Zahl der Tage	Grenzen der ϑ
0.71^p	$+ 5.68^0$ C.	9.1	10	4.3^0 — 8.1^0
1.48	+ 7.06	8.1	38	2.7 — 11.5
2.42	+ 9.44	6.5	41	6.1 — 14.7
3.38	+ 10.41	4.9	31	5.1 — 14.4
4.34	+ 12.24	3.4	22	9.1 — 14.8
5.45	+ 14.02	1.5	10	12.1 — 17.0 .

Aus diesen Zahlen ist sofort die enge Beziehung ersichtlich, die wie in Teneriffa zwischen den zu vergleichenden Elementen besteht. Mittels der beiden Formeln

$$\alpha = 3.07^p + 0.591^p\,(\vartheta - 10.0^0)$$
$$\alpha = 3.33 - 0.616\,(B - 5.0),$$

in denen B die Bewölkung bezeichnet, lassen sich die beobachteten Zahlen fast genau darstellen, wie folgende Zahlen beweisen:

1. Formel	2. Formel	Beobachtung
0.53	0.81	0.71
1.36	1.54	1.48
2.74	2.41	2.42
3.32	3.27	3.38
4.40	4.32	4.34
5.44	5.49	5.45 .

Trotz dieser auffallenden Gesetzmässigkeit kommen doch gleich grosse Amplituden bei sehr weit auseinander liegenden Temperaturoscillationen vor. Entweder also es existiren noch andere Ursachen, welche die tägliche Be-

wegung des Pendels beeinflussen, oder was vielleicht das Wahrscheinlichere ist, die Uebereinstimmung zwischen beiden Elementen zeigt sich nur dann, wenn die localen meteorologischen Angaben den meteorologischen Verhältnissen eines grösseren Gebiets entsprechen. So finden wir z. B., dass, je klarer die Witterung ist — in welchem Falle dieselbe in der Regel sich über grössere Gebiete zu erstrecken pflegt — desto enger die Grenzen liegen, in denen sich für denselben Werth der Amplitude die meteorologischen Elemente halten. Bei unbeständiger Witterung mit wechselnder starker Bewölkung ist viel eher auf grössere locale Verschiedenheiten zu rechnen, wie das in der That durch die Beobachtungen besonders bei mittleren Bewölkungsverhältnissen angezeigt ist. —

Zusammenfassend kann ich als Ergebniss der Untersuchungen über die Amplitude an drei in geographischer und physikalischer Hinsicht verschiedenen Beobachtungsstationen hinstellen, dass dieselbe im Wesentlichen durch das Maass der Sonnenstrahlung bedingt wird. Hiernach halte ich es nicht für ausgeschlossen, dass in Zukunft bei eingehenderer Betrachtung auch die Sonnenfleckenperiode in den Bewegungen des Pendels sich documentiren wird.

Die in diesem Abschnitte behandelten Oscillationen der Lothlinie sind auf die zum Meridian senkrechte Ebene des ersten Verticals beschränkt. Aus den ersten Beobachtungen in Karlsruhe und den neueren in Strassburg geht aber hervor, dass in der Richtung des Meridians eine Oscillation ähnlicher Art stattfindet, deren Amplitude in Karlsruhe z. B. grösser zu sein scheint, als die der ersteren Oscillation.

Obwohl hier nur wenige Beobachtungen vorliegen, so lässt sich aus denselben doch entnehmen, dass die grösste südliche Abweichung gegen 7^h Abends, die grösste nördliche gegen 20^h eintritt und dass die Durchgänge durch die Nullebene um 1^h und 14^h ungefähr stattfinden. Die Curve selbst entspricht nahezu der einfachen Sinuscurve. Verbinden wir diese Epochen mit denjenigen, welche sich aus den Untersuchungen dieses Abschnittes im Mittel für die OW.-Oscillation ergeben, nämlich $3^1/_2{}^h$ für die östliche, 19^h für die westliche Elongation und 10 und $22^1/_2{}^h$ für die Durchgänge durch die Meridianebene, so lässt sich ein ungefähres Bild der wahren Oscillation gewinnen. Indem wir die Abweichungen der Maxima und Minima der Curven zu beiden Seiten der Nulllinie gleich 1 setzen,

ferner für die Epochen der einen Oscillation die Ordinaten der anderen aus einer Curve entnehmen, erhalten wir die in Fig. 8 (Taf. I) hervorgehobenen 8 Punkte, welchen ein einfacher Curvenzug entspricht. Die Hauptachse desselben liegt in der Richtung NW.—SO. und nähert sich der OW.- oder der NS.-Richtung, je nachdem die Oscillation im ersteren oder letzteren Sinne überwiegt. In Anbetracht dessen, dass Beobachtungen im ersten Vertical bisher nur vereinzelt angestellt wurden und dass die gefundenen, einander ergänzenden Oscillationen verschiedenen Orten angehören, wäre es verfrüht, in eine Discussion der Curve einzutreten.

Die Frage, woher die tägliche Periode des Pendels stammt, habe ich bisher nicht zu beantworten vermocht. Locale Strahlungseinflüsse können, wie schon hervorgehoben wurde, nicht in Frage kommen. Trotz der durchaus verschiedenen Art der Aufstellung der Instrumente in Potsdam und Puerto Orotava erstreckt sich die Uebereinstimmung in der täglichen Periode bis auf das dritte harmonische Glied. Wäre es die Strahlung, welche unmittelbar die Erscheinung erzeugte, so hätte sich dieselbe in Orotava in sehr viel stärkerem Maasse äussern müssen, wo nicht nur die Kraft der Sonnenstrahlen eine sehr viel bedeutendere, sondern auch die Isolirung des Pendels eine viel ungünstigere war, als am anderen Orte.

Der Temperaturcoefficient der Neigung des Stativs, auf dessen Bedeutung im I. Abschnitt hingewiesen wurde, kann die gefundenen Resultate nur um ein Geringes modificiren.

Mit Rücksicht auf die Fundirung der Pfeiler in Wilhelmshaven und Potsdam ist es kaum möglich, anzunehmen, dass die tägliche Oscillation der Temperatur dieselben erreichen und damit das Niveau in irgend merklicher Weise beeinflussen sollte. Wir werden deshalb auf die Vermuthung geführt, dass die durch das Pendel angedeuteten Niveauschwankungen gleichzeitig ein grösseres Gebiet betreffen. Hierin bestärkt uns die Wahrnehmung, dass die Amplitude derselben nicht in jedem einzelnen Falle, sondern nur im Grossen und Ganzen der Sonnenstrahlung entspricht.

Für Diejenigen, welche diese Beobachtungen etwa aufnehmen sollten, wird es in erster Linie von Interesse sein, zu entscheiden, ob in den Tiefen unterhalb der Erdoberfläche, deren Temperatur von den Vorgängen ausserhalb

derselben nicht mehr berührt wird, die hier geschilderten Oscillationen noch bestehen.

Zum Schlusse möchte ich auf die eigenthümliche Thatsache hinweisen, dass in Puerto Orotava sehr häufig um die Zeit der westlichen Elongation des Pendels, und zwar immer innerhalb desselben ziemlich eng begrenzten Zeitintervalls, eine bestimmte Störung auftritt, welche in mehreren Fällen deutlich als wellenförmige Bewegung des Erdbodens erkannt wurde. Näheres darüber enthält der Abschnitt VII. [1])

---

[1]) Nach Abschluss des Manuscriptes der vorliegenden Abhandlung wurde ich durch die Bearbeitung der Strassburger Beobachtungen auf eine merkwürdige Eigenschaft der täglichen Periode aufmerksam. Ich muss mich an dieser Stelle, da die Untersuchung noch nicht abgeschlossen ist, mit einem kurzen Hinweis begnügen. Die auf Seite 127 (Anmerkung) ausgesprochene Vermuthung, dass die tägliche Periode von der Stellung des Mondes abhänge, findet nämlich durch die neueren Beobachtungen ihre Bestätigung. Gruppirt man für Strassburg die Beobachtungstage nach den Zeiten der Mondculmination und berechnet Coefficienten und Phasen der harmonischen Glieder, so ergiebt sich, dass die Coefficienten des ersten und dritten Gliedes der Oscillation im Meridian zu den Zeiten des Neu- und Vollmondes erheblich grösser sind, als in den Mondvierteln. Dieser Gang ist so deutlich ausgesprochen, dass an der Realität des Ergebnisses nicht zu zweifeln ist, obwohl es sich um sehr kleine Winkelgrössen handelt. Wie man sieht, ist das Verhältniss demjenigen entgegengesetzt, welches ich oben für die Oscillation im ersten Vertical angedeutet habe. Ich habe mich dadurch veranlasst gesehen, das in dieser Abhandlung mitgetheilte Beobachtungsmaterial einer erneuten sorgfältigen Discussion in der angegebenen Richtung zu unterziehen und kann es als vorläufiges Ergebniss derselben als sicher hinstellen, dass der Einfluss des Mondes auf die tägliche Periode in allen Fällen ein viel erheblicherer ist, als nach den bisherigen Ermittelungen angenommen werden konnte. Auch zeigte sich, dass die einfache Annahme eines halbtägigen Gliedes, auf welcher die Rechnung bisher beruhte, nicht statthaft ist. Die Mondglieder haben offenbar eine viel complicirtere Form und werden, was ich im Interesse späterer Beobachter bemerken möchte, sich jedenfalls nur durch längere Beobachtungsreihen von mindestens der Dauer eines Jahres ermitteln lassen. Für eine solche scheint mir das von mir benutzte Verfahren der Vereinigung von Tagen mit gleichen Mondculminationszeiten (aber ohne Vermischung von oberen und unteren Culminationen) vorläufig den Vorzug vor dem strengeren Verfahren der Gezeitentheorie zu verdienen. Was die Grösse der durch den Mond bedingten Oscillationen anbetrifft, so übersteigt dieselbe diejenigen Beträge, welche etwa von der Existenz körperlicher Gezeiten herrühren könnten, so bedeutend, dass man, soweit nicht wie in Wilhelmshaven noch andere Ursachen in Frage kommen, unwillkürlich auf den Gedanken an reelle Lothabweichungen geführt wird.

VI. Die Bewegung des Nullpunktes.

Nach Abzug der täglichen periodischen Bewegung des Pendels bleiben noch andere Bewegungen übrig, welche sich in Potsdam hauptsächlich als fortschreitend erweisen, wogegen sie in Wilhelmshaven einen anderen Charakter tragen. Das Verhalten des Pendels in Wilhelmshaven, woselbst die Stellung desselben eine sehr auffällige Abhängigkeit vom Luftdruck und der Temperatur zeigte, hat mich veranlasst, auch für die anderen Orte eine Untersuchung hierüber anzustellen. Der hier gebrauchte Ausdruck „Nullpunkt" ist angewandt mit Rücksicht auf die von der täglichen Bewegung befreite Gleichgewichtslage des Pendels in einem bestimmten Augenblicke.

Die Zahlen für diese Nullpunkte wurden, wie oben angegeben worden ist, bei Gelegenheit der Untersuchung über die Amplituden für die beiden Momente, in denen die Glieder der täglichen Periode verschwinden, abgeleitet. Die langen Zahlenreihen hier anzuführen, würde zu weit führen. Dieselben wurden zur Construction von Curven benutzt, neben welche die Luftdruck- und Temperaturcurven eingetragen wurden. Der grössere Theil dieser Curven ist auf den beifolgenden Tafeln in Figg. 6—8 (Taf. II und III) reproducirt. Eine Vergleichung der Nullpunktscurve mit der Temperaturcurve wurde durch die Beziehung, welche zwischen der täglichen Oscillation der Temperatur und der Amplitude der täglichen Bewegung besteht, nahe gelegt.

1. Wilhelmshaven.

Da die Nullpunktscurve für Wilhelmshaven ganz besonders überraschende Beziehungen zu den erwähnten meteorologischen Elementen aufweist, so beginne ich mit den Beobachtungen an diesem Orte. Es scheint nach der Gesammtheit der Beobachtungen zu urtheilen, dass das Pendel den Aenderungen des Luftdruckes unmittelbar folgt. Die Beziehung zu demselben

ist für die ganze Dauer so in die Augen fallend, dass nur die Aufgabe zu lösen bleibt, die Aenderung des Nullpunktes für 1 mm Luftdruckänderung zu ermitteln. Es ist das Natürlichste, anzunehmen, dass die Bewegung des Nullpunktes den Aenderungen des Luftdruckes proportional sei, worauf schon der Anblick der Curven hinweist. Die beiden durch eine Pause geschiedenen Beobachtungsreihen habe ich getrennt behandelt.

Der Barometerstand unterliegt ziemlich bedeutenden Schwankungen, 740.6—775.8 mm in der I. und 748.4—771.5 mm in der II. Periode.

Ich hatte die Beobachtungen zuerst in Gruppen von 10 zu 10 mm geordnet, da indessen dann die Vertheilung der Temperaturen, auf welche es, wie nachher zu sehen sein wird, wesentlich ankommt, eine zu unregelmässige wird, so habe ich sämmtliche Beobachtungen in zwei Gruppen zusammengezogen. Dieselben entsprechen allerdings nicht so extremen Barometerständen, wie sie in der That vorkommen, doch sind dieselben frei von dem Einflusse der Temperatur. Auf diese Weise erhalten wir:

Zahl der Beobachtungen		Barometer	Nullpunkt	Temperatur
		mm	p	°
Periode I	64	752.58	18.63	+ 6.19 C.
	63	761.45	28.10	+ 6.15
		+ 8.87	+ 9.57	+ 6.15
		mm	p	°
Periode II	91	753.61	24.32	+ 13.79
	91	764.50	34.56	+ 13.76
		+ 10.89	+ 10.30	+ 13.76

Die Unterschiede der Nullpunkte sind hier verbessert für die geringen Temperaturunterschiede von $0.^{\circ}04$ und $0.^{\circ}03$, indem, wie später gefunden wird, der Coefficient für $+ 1^{0}$ Temperaturänderung $+ 2.^{p}00$ beträgt. Wir erhalten nun aus diesen Zahlen für die Aenderung des Nullpunktes bei einer Aenderung des Luftdruckes um + 1 mm

für die I. Periode $+ 1.^{p}077$ Gew. 2,
„ „ II. „ + 0.946 „ 3,

oder im Mittel mit Berücksichtigung der Gewichte

$$+ 1.^{p}00 = 0.''29.$$

Die Uebereinstimmung der beiden Werthe des Coefficienten ist eine so gute, als man sie wohl erwarten kann, denn es bleibt zu berücksichtigen, dass das Pendel ausser den vom Luftdruck und der Temperatur abhängigen Bewegungen noch eine eigene ausführt, die sich der Controle entzieht.

Wir haben also das merkwürdige Resultat, dass, wenn der Luftdruck um 1 mm steigt, die Lothlinie um den Betrag von 0.″29 nach Osten wandert, mithin um diesen selben Betrag das Niveau des Ortes sich nach Osten senkt. Da Barometerschwankungen bis zu 35 mm in unseren Beobachtungen vorkommen, so bedeutet dies Niveauänderungen von mehr als 10″. Wäre die Lage des Pendels frei von anderwärtigen Einflüssen, so würden wir den Luftdruck nach den Ablesungen der Curve mit fünfmal grösserer Genauigkeit als am Quecksilberbarometer bestimmen können.

Diese Beobachtungen documentiren aufs deutlichste, welche relativ bedeutende Elasticität die Erdoberfläche an dieser Stelle besitzt. Nach den früher mitgetheilten Angaben über die Bodenbeschaffenheit ist es höchst wahrscheinlich, dass nur die obersten Schichten an diesen Bewegungen Theil nehmen. Es müsste von grossem Interesse sein, festzustellen, in welcher Ausdehnung dies der Fall ist, da man dann vielleicht in der Lage sein würde, einen Schluss auf den absoluten Betrag der Hebungen und Senkungen zu machen.

Die Bewegungen des Pendels correspondiren so vollständig mit denen des Luftdruckes, dass ich mich für berechtigt gehalten habe, erstere auf einen mittleren Luftdruck zu reduciren, um die weitere Untersuchung mit Erfolg vornehmen zu können. Auf Taf. III, Fig. 6c ist die auf den Barometerstand 760 mm mittelst des obigen mittleren Coefficienten reducirte Curve eingetragen; aus der Vergleichung derselben mit der ebenfalls eingezeichneten Temperaturcurve ist sofort der innige Zusammenhang zwischen beiden ersichtlich.

Um den Gang der Temperatur, welche natürlich am Anfang und Ende der Beobachtungsreihe kleiner ist, als in den heissen Sommermonaten, mit dem des Nullpunktes zu vergleichen, musste ein anderer Weg, als oben, eingeschlagen werden, denn der Nullpunkt besitzt noch eine von anderen Einflüssen abhängige unregelmässige Bewegung, welche möglichst eliminirt werden muss. Deshalb habe ich einzelne Gruppen von Beobachtungen, während welcher der Nullpunkt anscheinend sonst eine regelmässige Bewegung gezeigt hat, mit einander vereinigt. Diese sind folgende:

	Nullp.	t	Ber. Nullp.		Nullp.	t	Ber. Nullp.
März 13.	25.3	$+3.15^{\circ}$	22.7	Juni 28.	29.5	$+19.7^{\circ}$	31.8
„ 15.	5.3	-3.85	8.0	Juli 2.	21.2	$+15.4$	22.4
„ 18.	15.9	$+0.40$	16.9	„ 5.	26.2	$+18.3$	28.8
„ 20.	26.4	$+4.10$	24.7	„ 7.	21.8	$+15.4$	22.4
„ 21.	18.4	-0.45	15.2	„ 10.	31.2	$+19.5$	31.4
„ 24.	30.4	$+7.90$	32.7	„ 17.	17.6	$+12.9$	16.9
„ 27.	23.1	$+2.20$	20.7	„ 21.	28.0	$+15.7$	23.0
„ 29.	25.6	$+5.85$	28.3	„ 24.	20.8	$+14.2$	19.7
April 1.	21.6	$+1.75$	23.9				

	Nullp.	t	Ber. Nullp.
August 25.	23.8	$+11.1^{\circ}$	27.1
„ 30.	35.8	$+17.1$	37.3
September 2.	31.1	$+14.6$	33.0
„ 5.	31.2	$+14.6$	33.0
„ 11.	42.4	$+17.1$	37.3
„ 16.	25.0	$+9.8$	24.9
„ 18.	29.1	$+10.4$	25.9 .

Wird aus diesen Zahlen in der einfachsten Weise der Temperatur-Coefficient abgeleitet, so erhalten wir:

1. Gruppe, 9 Beobachtungen März 13. bis April 1. $+2.075 \pm 2.48$,
2. „ 8 „ Juni 28. „ Juli 24. $+2.190 \pm 2.41$,
3. „ 7 „ Aug. 25. „ Sept. 18. $+1.690 \pm 2.78$.

Die letzten Zahlen geben die mittleren Fehler der mittelst jenes Coefficienten zurückberechneten Nullpunkte an. Vereinigt man obige Zahlen ihren Gewichten entsprechend, so folgt, dass die Aenderung des Nullpunktes für $+1^{\circ}$ C. Temperaturänderung

$$+2.00^{p} = 0.''58$$

beträgt. Dieser auffällig grosse Coefficient ist durch die Beobachtungen sicher verbürgt, für die ersten Märzbeobachtungen wird sogar zur besten Darstellung der Unterschiede ein noch grösserer Coefficient erfordert.

Es möge hervorgehoben werden, dass, nach der Grösse dieses Coefficienten zu urtheilen, die tägliche Bewegung des Pendels auf anderem Wege zu Stande kommen muss, als diese Nullpunktsbewegung. Denn da die täg-

liche Oscillation der Temperatur in dem vorliegenden Falle bis auf über 11 Grad steigt, so würden wir Amplituden der Pendelbewegung von 22^p erwarten müssen. Aus der Betrachtung der graphischen Darstellung dieser eigenthümlichen Verhältnisse folgt, dass die Nullpunktsbewegung selbst bei sehr erheblichen Temperaturstürzen denselben parallel geht.

Der Sinn der Bewegung ist derselbe, wie bei der vom Luftdrucke abhängigen, indem bei steigender Temperatur das Pendel nach Osten wandert, das Niveau somit nach dieser Richtung hin sich senkt. Wenn beide Ursachen entsprechend zusammenwirken, können somit sehr bedeutende Niveaudepressionen zu Stande kommen.

Ein Blick auf die Curve genügt, um zu erkennen, dass das Pendel ausser den vorstehend behandelten noch anderen Einflüssen unterworfen ist. Sowohl gegen Ende April und Anfang Mai, als besonders im August ist ein plötzliches, starkes Ansteigen der Curve bemerkbar, das durch Temperatur und Luftdruck nicht erklärt wird. Ich habe deshalb die Curve nochmals auf einheitliche Temperatur, und zwar die erste Hälfte auf $0°$, die zweite auf $+10°$ reducirt. Leider fehlt der Monat Juni. Die in Fig. 6c eingezeichnete starke, ausgeglichene Curve lässt erkennen, dass, wenn nicht im Juni eine ganz aussergewöhnliche Bewegung stattgefunden hat, was nach dem Aussehen der Curve zu Anfang und Ende dieses Monats wenig wahrscheinlich ist, der Nullpunkt keine erhebliche fortschreitende Veränderung erfahren hat. Dagegen sind einige grössere wellenförmige Bewegungen, besonders die beiden oben erwähnten, deutlich ausgesprochen. Diese Bewegungen dürfte man wohl berechtigt sein, auf geologische Einflüsse zurückzuführen.

Ich habe auch zur Vergleichung die correspondirenden Niveaubeobachtungen am Meridiankreise benutzt, die allerdings nicht für Temperatur verbessert sind. Die Neigungen sind in Theilen der Glasscala ausgedrückt, und zwar fand ich

		i
Juli	3.	-19.5^p
„	8.	-13.2
„	13.	-10.9
„	18.	-5.3
„	23.	-4.3
„	28.	-2.3
August	2.	-6.8.

Die durch diese Zahlen bestimmte Curve ist zur Vergleichung ebenfalls in der Figur eingetragen und entspricht im Sinne zwar der Bewegung des Pendels, doch deutet sie eine stärkere Aenderung des Niveaus an.

2. Potsdam.

Die für Wilhelmshaven gefundenen Resultate legten es nahe, eine entsprechende Untersuchung für Potsdam vorzunehmen, obwohl an letzterem Orte die von den meteorologischen Elementen unabhängige Bewegung des Nullpunktes weit überwiegt. Auf der Taf. II, Fig. 7 sind die Nullpunkte für einen Theil der Beobachtungsperiode wiederum graphisch dargestellt. Die Vergleichung mit der Temperaturcurve, welche im umgekehrten Sinne (kleinere Temperaturen entsprechen der grösseren Ordinate) eingetragen wurde, lässt in denjenigen Theilen, welche eine regelmässigere Bewegung zeigen, besonders in der Zeit von Juli 26 bis zum Schlusse der Beobachtungen, eine entschiedene Parallelität erkennen, aus der sich schon entnehmen lässt, dass die Bewegung für $+1^{0}$ C. für das Pendel etwa -1^{p} beträgt. Die genauere Ermittelung des Coefficienten konnte wegen der starken unbekannten Bewegung des Nullpunktes nicht in so allgemeiner Weise wie für Wilhelmshaven vorgenommen werden. Es sind deshalb immer je zwei Gruppen von Beobachtungen verglichen, für welche die mittleren Temperaturen möglichst weit auseinanderliegen, während die mittleren Epochen möglichst übereinstimmen. Allerdings ist es auf diese Weise nicht möglich, erhebliche Temperaturdifferenzen zu erreichen. Mit Rücksicht auf einen etwaigen Barometercoefficienten sind auch die Barometerstände berücksichtigt.

Benutzte Beobachtungen	Zahl	Barom. mm	Temp. °	Nullp. p	Mittlere Epoche
April 1, 2, 6, 7.	4	744.08	+ 4.02	31.92	April 4.0
„ 3—5.	3	744.23	+ 2.30	32.90	„ 4.0
„ 13—15, 18—20.	6	748.00	+ 6.43	69.17	„ 16.5
„ 16, 17.	2	746.40	+ 2.55	73.85	„ 16.5
Mai 14, 15, 20, 21.	4	751.10	+ 18.38	80.72	Mai 17.5
„ 16—19.	4	750.98	+ 16.12	82.32	„ 17.5
„ 23, 24, 27, 28.	4	748.88	+ 19.23	65.85	„ 25.5
„ 25, 26.	2	744.90	+ 17.40	67.60	„ 25.5

Benutzte Beobachtungen	Zahl	Barom. mm	Temp. °	Nullp. p	Mittlere Epoche
Mai 29—31, Juni 4—6.	6	755.40	+ 20.52	49.48	Juni 2.0
Juni 1—3.	3	752.43	+ 24.10	46.23	„ 2.0
„ 18, 19, 22, 25—28.	7	753.79	+ 18.85	13.40	„ 23.6
„ 20, 21, 24, 29.	4	753.45	+ 15.85	14.40	„ 23.5
Juli 1, 2, 9, 10.	4	754.10	+ 19.48	24.55	Juli 5.5
„ 5, 6.	2	750.30	+ 13.80	30.15	„ 5.5
Juli 30, 31, August 8, 9.	4	753.90	+ 15.15	17.30	August 4.0
August 2—6.	5	751.30	+ 19.04	15.32	„ 4.0
„ 18—22.	5	746.64	+ 17.20	21.60	„ 20.0
„ 14, 15, 25, 26.	4	749.28	+ 12.48	25.88	„ 20.0
August 27, 28, Septbr. 2, 3.	4	757.58	+ 13.15	25.85	„ 30.5
August 30, 31.	2	757.85	+ 17.90	22.25	„ 30.5
September 6, 7, 13, 14.	4	755.04	+ 11.68	31.70	Septbr. 10.0
„ 8—12.	5	756.18	+ 16.10	28.52	„ 10.0
„ 14, 18, 24, 25.	4	749.82	+ 9.25	39.90	„ 20.3
„ 16, 22, 23.	3	750.27	+ 6.80	41.97	„ 20.3.

Die Vereinigung je zweier auf einander folgender Zeilen, die zu derselben Epoche gehören, giebt

Epoche		Zahl der Beobachtungen	dT. °	dB. mm	dN. p
April	4.0	7	— 1.72	+ 0.15	+ 0.98
„	16.5	8	— 3.88	— 1.60	+ 4.68
Mai	17.5	8	— 2.26	— 0.12	+ 1.60
„	25.5	6	— 1.83	— 3.98	+ 1.75
Juni	2.0	9	— 3.58	+ 2.97	+ 3.25
„	23.6	11	— 3.00	— 0.34	+ 1.00
Juli	5.5	6	— 5.68	— 3.80	+ 5.60
August	4.0	9	— 3.89	+ 2.60	+ 1.98
„	20.0	9	— 4.72	+ 2.64	+ 4.28
„	30.5	6	— 4.75	— 0.27	+ 3.60
September	10.0	9	— 4.42	— 1.14	+ 3.18
„	20.3	7	— 2.45	+ 0.45	+ 2.07.

Aus diesen Zahlen folgt deutlich, dass in der That ein merklicher Temperaturcoefficient vorhanden ist. Aus den Beobachtungen bis Juni 2 incl. folgt derselbe für + 1° C.

$$-0.^{p}924 \text{ (aus 38 Tagen)},$$

aus den späteren

$$-0.^{p}751 \text{ (aus 57 Tagen)},$$

die Vereinigung aller Beobachtungen giebt den Coefficienten

$$-0.^{p}805.$$

In allen Fällen ist der Barometerstand völlig eliminirt.

Der Sinn der Bewegung ist derselbe, wie in Wilhelmshaven, da für Potsdam das Vorzeichen umzukehren ist. Bei einer Steigerung der Temperatur von + 1° wandert der Nullpunkt um $0.''16$ nach Osten. Auch hier haben wir eine viel stärkere Bewegung, als sie nach der Amplitude der täglichen Periode zu erwarten wäre. Es beträgt nämlich die grösste Oscillation der Temperatur 17° C., während die grösste vorkommende Amplitude etwa 6^{p} ist. In Wilhelmshaven ist das Verhältniss ein ähnliches.

Was den Luftdruck betrifft, so ist offenbar kein auffallender Zusammenhang zwischen demselben und der Nullpunktscurve zu erkennen. Der grosse Barometersturz September 16—20 macht sich zum Beispiel in keiner Weise bemerkbar. Um indessen auch hier einen genäherten Werth des Coefficienten zu erhalten, habe ich einige Beobachtungen wie oben in Gruppen vereinigt, nachdem dieselben auf die Temperatur + 10° reducirt worden sind.

		^{mm}	^{p}
August	3, 4, 7, 8.	752.90	23.10
„	5, 6.	749.05	23.20
„	9, 10, 13, 14.	749.28	26.22
„	11, 12.	743.20	27.15
„	17—19, 23—25.	750.72	27.65
„	20—22.	743.63	27.60
Septbr.	10, 11, 16, 17.	759.12	34.85
„	12—15.	754.58	34.30
„	18, 19, 23, 24.	751.30	40.02
„	20—22.	739.80	40.03.

Die Vereinigung je zweier Zeilen ergiebt:

		mm	p	
August	5.5	+ 3.85	— 0.10	6 Beobachtungen,
„	11.5	+ 6.08	— 0.93	6 „
„	21.0	+ 7.09	+ 0.05	9 „
Septbr.	13.5	+ 4.54	+ 0.55	8 „
„	21.0	+ 11.50	— 0.01	7 „

Aus diesen Beobachtungen folgt für den Barometercoefficienten und für + 1 mm Luftdruckänderung der Betrag

$$-0.0058^{p},$$

d. h. man kann behaupten, dass derselbe nicht wesentlich von 0 verschieden ist, eine Abhängigkeit des Nullpunktes vom Luftdruck mithin nicht existirt. Wenden wir uns zu der sonstigen, von den meteorologischen Elementen unabhängigen Bewegung des Nullpunktes, so ist dieselbe in Potsdam sehr beträchtlich, und zwar beträgt dieselbe etwa

von	April	1.	bis Mai	12.	+ 75.3[p]
„	Mai	12.	„ Juni	6.	— 50.2
„	Juni	18.	„ Juli	13.	+ 23.0
„	Juli	26.	„ Septbr.	25.	+ 33.4.

Für die Bewegung in den beiden Beobachtungspausen Juni 6—18 und Juli 13—26 dürfen wir nach dem Verlaufe der Curve etwa -5^{p} und $+10^{p}$ setzen. Nach diesen Daten wird die Bewegung des Nullpunktes etwa durch die kleine Curve in Fig. 9, Taf. I dargestellt. Dieselbe ist dadurch bemerkenswerth, dass sie eine doppelte Umkehr des Nullpunktes enthält. Die Beobachtungen in Potsdam begannen erst fünf Monate nach der Errichtung des Pfeilers, man sollte daher meinen, dass derselbe Zeit genug gehabt habe, um sich zu setzen.

In Wilhelmshaven, wo der Keller ziemlich feucht war, lagen ebenfalls etwa fünf Monate zwischen der Herstellung des Pfeilers und dem Beginn der Beobachtungen, trotzdem zeigt der Nullpunkt daselbst zu Anfang keine merkliche fortschreitende Bewegung, welche etwa auf eine Senkung des Pfeilers beim Trocknen zu beziehen wäre. Es liegt daher eigentlich kein Grund vor, in Potsdam eine derartige Senkung anzunehmen, obwohl die sehr starke Nullpunktsbewegung zu Anfang zu dieser Annahme verleiten könnte.

Wie dem auch sein möge, jedenfalls ist durch den späteren Verlauf der Curve im Juni und Juli das Vorhandensein nicht unbedeutender Bodenbewegungen angezeigt. Dieselben wird man mit grosser Wahrscheinlichkeit als die Folgen geologischer Veränderungen ansehen dürfen. Dass aus diesem Grunde gerade die genaue Verfolgung des Nullpunktes das grösste Interesse bietet, bedarf nicht des Hervorhebens. Bisher sind derartige Beobachtungen in der Regel nur mit Hilfe der Niveaus ausgeführt worden, gegen deren Angaben insbesondere nach langem Gebrauche berechtigte Bedenken bestehen.

3. Puerto Orotava.

Die Beobachtungen in Orotava scheinen nicht in so deutlicher Weise durch die meteorologischen Elemente beeinflusst zu sein, wie es an den anderen Orten der Fall ist. Von Februar 11 an ist die Bewegung eine derartige, dass die Eliminirung der unabhängigen Nullpunktsbewegung mit einiger Aussicht auf Erfolg versucht werden kann. Doch sind wir aus demselben Grunde wie früher auch hier gezwungen, uns der Einzelbeobachtungen zu bedienen. Die meteorologischen Beobachtungen sind hier in englischen Maassen gegeben. Wir versuchen, da zunächst der Temperaturcoefficient unbekannt ist, seinen Einfluss in folgender Weise zu eliminiren.

Durch Zusammenfassung einzelner naheliegender Beobachtungen finden wir:

Epoche	Barometer	Nullpunkt	Temperatur	Zahl der Tage
	$'$	^{p}	^{0}	
Febr. 20.0	30.087	52.3	59.6 F.	3
„ 26.5	30.081	49.8	56.4	2
März 9.0	30.090	45.2	64.5	5
„ 22.0	30.081	44.3	63.0	3
April 8.0	30.083	40.9	60.1	3
„ 25.5	30.085	38.5	67.0	4
	30.086.			

Für einen mittleren Barometerstand von 30.086 construiren wir hiernach aus den Nullpunktswerthen mittelst der beigefügten Epochen eine Reihe von Curvenpunkten, welche wir durch den möglichst einfachen Zug verbinden. Dies lässt sich bei der geringen, der Zeit ziemlich proportionalen Nullpunktsbewegung recht sicher ausführen.

Wir bilden weiter die Gruppen:

Febr.	24.5	29.876	55.9 F.	50.1	(50.4)	2	Beobachtungen
März	4.0	29.968	63.1	46.6	(47.3)	3	„
„	18.5	29.926	65.3	43.9	(44.8)	2	„
April	6.5	29.975	64.6	40.6	(41.2)	2	„
„	16.5	29.963	66.9	37.5	(39.8)	2	„
		29.942	63.2				
Febr.	15.0	30.192	58.5 F.	54.5	(54.4)	3	Beobachtungen
März	26.0	30.212	61.6	44.3	(43.7)	5	„
April	22.0	30.180	67.1	38.2	(39.0)	3	„
		30.195	62.4				
März	14.5	30.312	61.0 F.	46.0	(44.8)	2	Beobachtungen
April	11.5	30.314	62.3	41.5	(40.4)	2	„
		30.313	61.6 .				

Die in Klammern gesetzten Zahlen sind die der Curve entnommenen, auf 30.086 bezogenen Nullpunkte, in welchen der Einfluss der Temperatur enthalten ist. Subtrahiren wir dieselben von den nebenstehenden Zahlen, so erhalten wir bez. für die Luftdruckdifferenzen

— 0.144	+ 0.110	+ 0.227
— 0.3	+ 0.1	+ 1.2
— 0.9	+ 0.6	+ 1.1
— 0.7	— 0.8	
— 0.6		
— 2.3		
— 0.96	— 0.03	+ 1.15 .

Ich benutze hiervon nur die äusseren Zahlen, aus denen folgt, dass

$$+ 0.371 \quad + 2.11$$

entspricht oder

$$1^{\text{inch.}} \quad + 5.69.$$

Diese Zahl soll natürlich nur als eine erste Annäherung gelten.

Wir benutzen weiter folgende Beobachtungen:

Febr. 24—27.	Febr. 25.5	29.979	56.10	49.48	4	Beobachtungen	+ 0.61
März 9—12.	März 10.5	30.103	64.95	44.94	4	„	— 0.10
März 18—20.	März 19.0	29.936	65.17	43.73	3	„	+ 0.85
April 6—8.	April 7.0	30.013	65.03	40.63	3	„	+ 0.42
April 9—10.	April 9.5	30.190	58.80	41.77	2	„	— 0.59
April 15—17.	April 16.0	29.979	66.47	37.93	3	„	+ 0.61
April 21—25.	April 23.0	30.139	67.52	38.54	5	„	— 0.30
und							
Febr. 17—23.	Febr. 20.0	30.063	59.91	52.28	7	„	+ 0.13
Febr. 28—März 3.	März 1.5	30.009	60.50	48.34	4	„	+ 0.44
März 14—16.	März 15.0	30.264	60.50	46.20	3	„	— 1.01
März 24—27.	März 25.5	30.213	60.67	45.16	4	„	— 0.72
April 9—11.	April 10.0	30.234	59.80	41.82	3	„	— 0.84
			60.27.				

In der letzten Columne sind die Zahlen gegeben, welche sich zur Reduction der Nullpunkte auf den Barometerstand 30.086 mittelst des obigen Coefficienten ergeben. Aus der letzten Gruppe von Zahlen ist darauf eine Curve, für die mittlere Temperatur 60.27 gültig, construirt worden, aus welcher dann die Nullpunkte für die Epochen der ersten Zahlengruppe entnommen sind. Durch die Vergleichung mit dem entsprechenden, den Beobachtungen entnommenen Werthe finden wir, indem wir auch die Temperaturen auf obiges Mittel beziehen:

dT.	dN.	dT.	dN.
— 4.17	+ 0.34	+ 4.68	— 1.26
— 1.47	+ 0.18	+ 4.90	— 0.52
— 2.82	+ 0.26	+ 4.76	— 0.55
		+ 6.20	— 1.36
		+ 7.25	— 0.66
		+ 5.56	— 0.87.

Hieraus folgt für + 10° F. die Veränderung — 1.35 [1]). So klein dieselbe ist, ist sie doch durch die Uebereinstimmung der Vorzeichen gut verbürgt.

[1]) Statt dieser Zahl ist irrthümlich — 1.59 benutzt, um die folgende Reduction vorzunehmen, doch ist der Irrthum ohne Belang, da die vier Gruppen von Beobachtungen nahezu dieselbe mittlere Temperatur haben.

Wir benutzen diesen Coefficienten, um in zweiter Näherung den Barometercoefficienten genauer zu bestimmen.

Wir gehen also wieder auf die ersten, nach Barometerständen geordneten Beobachtungen zurück und finden, nachdem alle Nullpunkte von Februar 15. an auf 30.000 und 60.0 reducirt und aus dieser neuen Zahlenreihe die Nullpunkte für die Epochen interpolirt sind, durch Vergleichung der beiderseitigen Werthe die Differenzen:

	I. Gruppe	II. Gruppe	III. Gruppe	IV. Gruppe
Mittlerer Barometerstand	29.942	30.086	30.195	30.313
Mittlere Temperatur	63.2	61.8	62.4	61.7
	— 0.81	+ 0.57	+ 1.06	+ 1.86
	— 0.17	+ 0.52	+ 0.74	+ 1.67
	— 0.17	+ 0.44	+ 1.00	
	— 0.11	+ 0.48		
	— 0.20	— 0.08		
		+ 0.51		
	— 0.292	+ 0.407	+ 0.933	+ 1.765.

Wir haben mithin folgende Beziehungen, wenn $\triangle B$ die Barometerdifferenz, $\triangle N$ die des Nullpunktes ist:

$\triangle B$	$\triangle N$
— 0.058	— 0.292
+ 0.086	+ 0.407
+ 0.195	+ 0.933
+ 0.313	+ 1.765
1 inch.	+ 5.36.

Obige Zahlen sind genügend beweiskräftig, sie stützen sich auf 46 Einzelbeobachtungen und beweisen sowohl sicher das Vorhandensein eines Barometercoefficienten, als sie dessen absoluten Werth mit einiger Genauigkeit ergeben.

In gleicher Weise erhalten wir nun für den Temperaturcoefficienten, nachdem die bezüglichen, oben mitgetheilten Beobachtungsmittel auf 30.000 reducirt sind und mit den correspondirenden Mitteln aus der auf 30.000 und 60.0 reducirten Nullpunktstabelle verglichen sind, Folgendes:

T	dN.	T	dN.	T	dN.
56°.10	+ 0p.61	59°.91	— 0p.07	64°.95	— 0p.72
58.80	+ 0.20	60.50	— 0.06	65.17	— 0.90
57.45	+ 0.405	60.67	+ 0.06	65.03	— 0.81
		59.80	— 0.07	66.47	— 1.06
		60.22	— 0.035	67.52	— 1.17
				65.83	— 0.777,

mithin, wenn $\triangle T$ die Temperaturdifferenz ist,

$\triangle T$	$\triangle N$
— 0°.55	+ 0p.405
+ 0.22	— 0.035
+ 5.83	— 0.777
10° F.	— 1.374.

Beide Werthe der zweiten Näherung sind nahe mit den ersten übereinstimmend. Reduciren wir dieselben auf das gewöhnliche Maass und durch Umkehrung der Zeichen auf die festgesetzten Richtungen, so beträgt die Veränderung des Nullpunktes

für + 1 mm Luftdruckänderung $-0^{p}.2110 = -0''.0309$ [1]),
„ + 1°C. Temperaturänderung $+0.2473 = +0.0362$,

d. h. der Nullpunkt wandert bei steigendem Luftdruck nach Westen, bei steigender Temperatur nach Osten. Die erstere Bewegung ist mithin der in Wilhelmshaven beobachteten entgegengesetzt, während die zweite in demselben Sinne erfolgt, wie an den beiden anderen Orten. Dieses Resultat lässt vermuthen, wie das ja an sich in Folge der täglichen Periode wahrscheinlich ist, dass der Erdboden überall auch eine dem Gange der Temperatur entsprechende Jahresbewegung ausführt. Der jährliche Wechsel der Temperatur lässt sich, wenn nicht eine Aufstellung in sehr tiefen Kellern gewählt wird, bei diesen

[1]) Da der Luftdruck bei 10^h und 22^h Maxima und bei 4^h und 16^h Minima hat, welche um etwa 1.5 mm verschieden sind, so muss derselbe ein Glied von der Form

$$+0^{p}.158 \cos(2t - 8^h)$$
$$= +0''.023 \;„\; (2t - 120°)$$

in der täglichen Periode erzeugen. Wie man sieht, macht dasselbe einen nicht unbeträchtlichen Theil des durch unmittelbare Rechnung gefundenen aus.

Beobachtungen nicht in ähnlichem Maasse ausschliessen, wie der tägliche. Es wird daher die an früherer Stelle hervorgehobene Fehlerquelle, welche in der ungleichen Länge der Fussschrauben des Stativs besteht, zur Geltung gelangen. Wenn die Differenz gross ist, so wird ein Theil der jährlichen Periode des Nullpunktes darauf zurückzuführen sein.

Bei den vorliegenden Beobachtungen wurde diesem Umstande noch nicht Rechnung getragen, da aber der genannte Unterschied jedenfalls nur wenige Schraubengänge betragen haben kann, so würde sich daraus bei den Beobachtungen in Wilhelmshaven und Potsdam nur ein kleiner Bruchtheil der gefundenen Temperaturcoefficienten erklären. In Orotava dagegen würde man nur einen Unterschied der Schraubenlängen von der sechsfachen Ganghöhe vorauszusetzen brauchen, um eine vollständige Erklärung des Temperaturcoefficienten zu erhalten.

In Zukunft gedenke ich diesem Punkte grössere Aufmerksamkeit zu widmen. Am einfachsten würde man zu diesem Zwecke ein Metallthermometer im Apparate anbringen, welches einen dritten Spiegel bewegte und dadurch den Gang der Temperatur neben der Basislinie aufzeichnete.

Barometrische Bewegungen scheinen nur an bevorzugten Punkten zu bestehen. Dass Wilhelmshaven zu diesen gehört, konnte von vornherein nicht vermuthet werden. Bezüglich Orotavas aber liegt die Sache anders. Wir befinden uns hier über dem ausgesprochenen Centrum eines grösseren vulcanischen Gebietes. Der Pic de Teyde ist noch nicht erloschen, aus seinem Gipfelkrater steigen beständig Schwefeldämpfe auf und der Boden desselben zeigt eine beträchtliche Temperatur. Obwohl es nicht wahrscheinlich ist, dass der Pic selbst noch einmal ausbrechen werde, so finden doch an seinen Hängen in Zwischenräumen von etwa 100 Jahren beträchtliche Ausbrüche statt und seit dem letzten Ausbruche ist annähernd wieder eine solche Periode verstrichen. Erderschütterungen sind selten; während meines $1^1/_2$ jährigen Aufenthaltes wurden deren nur zwei beobachtet, die sogar an vielen Stellen unbemerkt vorübergingen. Sicher also ist, dass das Massiv des Pic noch unter einem gewissen inneren Drucke steht, der beim Anwachsen und Nachlassen des äusseren Luftdruckes wohl eine gewisse Reaction in den oberen Schichten erzeugen kann.

Der Pic kann als ein Kegel aufgefasst werden, auf dessen Mantelfläche unsere Beobachtungen ausgeführt wurden. Bei niedrigem Barometerstande wird, wenn obige Voraussetzungen begründet sind, der Kegel spitzer und höher sein. Wenn wir uns also, wie es bei Orotava der Fall ist, auf der östlichen Seite des Kegels befinden, so wird unser Pendel, wie es das in Wirklichkeit auch thut, bei steigendem Barometer nach Westen wandern müssen.

Hiernach wäre die Lage Orotavas für diese Beobachtung nicht günstig, denn das Azimuth dieses Ortes beträgt, vom Pic aus gesehen, etwa 31° Nord gegen Ost, die beobachtete Componente würde also nur 0.502 der Böschungsänderung betragen. Wir haben während der Beobachtungsperiode Luftdruckdifferenzen von $0.^{i}8 = 23$ mm ca. gehabt, welchen eine Niveauänderung von $0.''7$, somit eine solche des Böschungswinkels von $1.''4$ entspricht. Wenn wir die Höhe des Pic 3760 m und seinen Abstand von Orotava 17.88 km setzen, so würden wir, wenn wir die Annahme machen, dass die Bewegung auf den Umfang der Insel beschränkt ist, eine Höhenänderung des Pic von $0.'''13$ finden. Im anderen Falle würde dieselbe noch bedeutender sein.

Zum Schluss möge hervorgehoben werden, dass auch in Orotava das Pendel einer starken Eigenbewegung unterworfen ist. In diesem Falle lässt sich nicht sagen, ob das rasche Ansteigen der Curve zu Anfang vielleicht noch auf das Eintrocknen des Pfeilers zurückzuführen ist, denn zwischen der Herstellung desselben und dem Beginne der Beobachtungen lag nur eine kurze Pause. Jedenfalls sind derartige Bewegungen in einem nicht ausgestorbenen vulcanischen Gebiete a priori wahrscheinlich.

VII. Seismische Erscheinungen.

Ein besonders interessantes Ergebniss der Anwendung des Horizontalpendels und der Einführung der photographischen Registrirmethode sind die mannigfaltigen Aufzeichnungen mikroseismischer Bewegungen, auf welche ich nun näher eingehe.

Eigentliche Erdbeben, d. h. Erschütterungen, welche genügend wären, um das nur durch das eigene Gewicht in den Lagern gehaltene Pendel zu dislociren, sind während der Beobachtungsperiode nicht vorgekommen. In allen Fällen ist die Lagerung des Pendels unverändert geblieben, nur ist dasselbe in mehr oder minder geringe Schwingungen versetzt worden. Die zwei oben erwähnten Fälle von Erdbeben in Teneriffa haben zufällig kurz vor Beginn und unmittelbar nach dem Schlusse der Beobachtungen stattgefunden.

Zunächst mögen einige Worte über den allgemeinen Charakter der Curven gesagt werden.

In Potsdam haben wir häufig eine scharf begrenzte, vollkommen gleichmässige und ohne Störungen verlaufende Linie, deren Krümmung im Maximum und Minimum fast diejenige einer geometrisch genauen Curve ist. Eine derartige Curve deutet auf eine sehr grosse Ruhe des Erdbodens oder, richtiger gesagt, auf die Abwesenheit horizontal gerichteter Erschütterungen, denn dass die Existenz von vertical gerichteten mässigen Erschütterungen die Gleichgewichtslage des Pendels nicht erheblich beeinflusst, habe ich durch die früheren directen Fernrohrbeobachtungen in Karlsruhe und Potsdam gezeigt. An solchen Tagen würde man die Empfindlichkeit des Pendelapparates sehr erheblich steigern und dadurch überraschend kleine Niveau-Unterschiede zur

Wahrnehmung bringen können, indem das Pendel absolut frei von Schwingungen ist. Dieser Zustand ist indessen nicht immer vorhanden und von den grösseren Störungen abgesehen, von denen später allgemeiner die Rede sein wird und die sich meist nur auf einige Stunden erstrecken, findet sich in den Curven zuweilen der Ausdruck einer seismischen Unruhe, welche darin besteht, dass das Pendel in kleine Schwingungen geräth, deren Amplitude sehr wechselnd ist. Da die Lichtstärke der angewandten Lampe stark genug ist, dass die einzelnen Schwingungen einen Eindruck hinterlassen, so gewährt die Curve je nach dem Grade der Unruhe den Anblick einer mehr oder weniger in die Breite gezogenen, auf beiden Seiten in Fransen auslaufenden Linie. Die Breite derselben, bez. die Amplitude der Pendelschwingungen kann natürlich als Maass der Unruhe gelten. Wie sich aus der Uebersicht der Beobachtungen ergiebt, tritt diese Unruhe vorzugsweise in den Tagesstunden auf, während die Nächte sich im Allgemeinen durch grössere Ruhe auszeichnen. Zuweilen aber erstreckt sich die Unruhe auf einen längeren Zeitraum; in dem Falle handelt es sich um eine Erscheinung, welche manche Beobachter mikroseismische Stürme genannt haben.

Einen ähnlichen Charakter wie in Potsdam tragen die in Orotava erhaltenen Curven. Auch hier haben wir meist einen vollkommen regelmässigen Verlauf bei Abwesenheit aller seismischen Unruhe. Dagegen finden sich in grosser Zahl und fast ausschliesslich in den Tagesstunden kleine Störungen von der Form kleiner Erdstösse, welche in der Uebersicht der Beobachtungen durch *S* gekennzeichnet sind. Dieselben rühren nachweislich vom Vorübergehen der Arbeiter auf dem am Laboratorium vorbeiführenden Fusswege her. Durch das Gewicht einer Person wird das Pendel vorübergehend abgelenkt und in Schwingungen versetzt, worauf es allmählich wieder in der ursprünglichen Gleichgewichtslage zur Ruhe kommt. Durch einen Versuch, nämlich indem ich mich selbst zu einer bestimmten Zeit auf einen Augenblick an die Aussenmauer stellte, wurde gezeigt, dass obige Erklärung die richtige ist, indem an der betreffenden Stelle sich in der That eine Störung *S* vorfand. Diese Störungen haben daher kein weiteres Interesse, und es ist in der Uebersicht auf dieselben nur insoweit Rücksicht genommen, als hier und da die Zeitgrenzen angegeben sind, innerhalb deren sie vorkommen. Von den grösseren Störungen wird später die Rede sein. Seismische Unruhe, wie in Potsdam,

ist in Orotava nicht beobachtet worden. Zwar ist in vielen Fällen während gewisser Stunden des Tages etwas Unruhe in der Curve bemerkbar, doch erlangte sie nie die Intensität, wie die entsprechende Erscheinung in Potsdam. Ausserdem ist es sehr wahrscheinlich, dass sie in dieselbe Kategorie mit einer später zu besprechenden Klasse von Störungen zu setzen ist.

Die Wilhelmshavener Curven tragen einen wesentlich verschiedenen Charakter von den vorstehenden. Abgesehen davon, dass dieselben viel erheblichere Ordinatenänderungen aufweisen, welche den Lichtpunkt im Laufe des Tages fast über die ganze Breite der Walze (20 cm) führen, ist der Charakter dieser Curven auch sonst ein viel unruhigerer, so dass sie den Curven für die magnetische Declination an Tagen mit magnetischen Stürmen ähneln. Die Uebersicht der Beobachtungen giebt näheren Aufschluss hierüber. Es wäre unmöglich und würde auch vorläufig zwecklos sein, nähere Angaben über die grosse Mannigfaltigkeit von Wellen, Zacken und Ausbuchtungen zu machen, welche der regelmässig verlaufenden Curve aufgesetzt sind. Dieselben sind zum Theil sehr erheblich und ihre nähere Betrachtung erweckt allerdings das Verlangen, die Ursache der durch sie gekennzeichneten Hebungen und Senkungen des Erdbodens kennen zu lernen. Hierauf werden wir jedoch noch lange verzichten müssen, ebenso wie es bisher nicht gelungen ist, die einzelnen Phasen eines magnetischen Sturmes einer Analyse zu unterwerfen. Jedenfalls enthüllen uns diese Curven ein eigenthümliches Bild, indem sie uns zeigen, dass die oberen Schichten der Erdoberfläche in Wilhelmshaven — auf diese Einschränkung weisen die früher besprochenen Resultate hin — keineswegs eine grosse Stabilität besitzen, sondern unter dem Einflusse bekannter und unbekannter Einflüsse wie der Spiegel eines Sees und mit grösserer Mannigfaltigkeit als ein solcher sich bewegen. Die Durchsicht der Curven ergiebt, dass auch diese Gleichgewichtsstörungen vorzugsweise in den Tagesstunden, etwa um die Zeit des Maximums der Curve (der östlichen Elongation des Pendels), eintreten. Das gleiche gilt im Allgemeinen von der auch in Wilhelmshaven bemerkbaren, aber wegen der durchschnittlich grösseren Unruhe der Curven nicht so in die Augen fallenden seismischen Bewegung. Diese ist freilich oft nicht auf die Tagesstunden beschränkt, sondern erstreckt sich auf mehrere Tage; im Allgemeinen aber kann man sagen, dass die Nächte durch eine grössere Ruhe ausgezeichnet sind.

Die folgende Uebersicht über das Aussehen der Curven giebt über diese Verhältnisse näheren Aufschluss. Für die eigentlichen Störungen, soweit sie in Potsdam und Wilhelmshaven beobachtet wurden, ist eine besondere Tabelle gegeben, in der die Beobachtungen neben einander gestellt sind. Leider ist in Folge der zu Anfang der Beobachtungen eingetretenen unvermeidlichen Störungen und Unterbrechungen die Anzahl der correspondirenden Tage sehr zusammengeschrumpft. Für die Beobachtungen in Teneriffa fehlen, wie früher angeführt wurde, die projectirten correspondirenden Beobachtungen leider ganz, so dass sich keinerlei Beziehungen zu auswärtigen Vorgängen ermitteln lassen.

Verzeichniss
von Erderschütterungen des Jahres 1889, welche auf den Observatorien zu Potsdam und Wilhelmshaven am Horizontalpendel beobachtet wurden.

1889.	Potsdam.	Wilhelmshaven.
1) April 5.	Sehr ruhiger Tag. $9^h\ 0^m$ Beginn einer kleinen Störung mit einer Unterbrechung bei $9^h\ 11^m$. $10^h\ 9^m$ eine zweite kleinere Störung.	Anfang der Störung $9^h\ 5^m$, Unterbrechung bei $9^h\ 17^m$.
2) „ 8.	Sehr deutliche Störung. Beginn $16^h\ 46^m$.	Beginn $16^h\ 47^m$.
3) „ 15.	Sehr unruhiger Tag. Zwischen 7^h und 10^h findet eine grosse Störung statt, von welcher sich indessen keine bestimmte Phase näher angeben lässt.	
4) „ 17.	Grosse Ruhe an beiden Orten. Bald nach 17^h tritt eine aussergewöhnliche Störung ein. (S. Fig. 3 Taf. V.)	
	$17^h\ 21^m$ zeigen sich die ersten Spuren.	$17^h\ 30^m$ Beginn der Störung.
	$17^h\ 39^m$ Beginn regelmässiger Oscillationen.	$17^h\ 51^m$ Bei plötzlich zunehmender Bewegung verschwindet die Curve.
	$17^h\ 54^m$ plötzliches Anwachsen derselben.	Bei $20^h\ 7^m$ herrscht wieder völlige Ruhe.
	$18^h\ 1^m$ die Bewegung am stärksten.	
	Von 20^h an völlige Ruhe.	
5) „ 25.	$16^h\ 50^m$ bis $18^h\ 10^m$ eine aus mehreren Abschnitten bestehende Störung, sonst ruhig.	nicht registrirt.

1889.	Potsdam.	Wilhelmshaven.
6) April 28.	$21^h\ 35^m$ ein äusserst scharf markirter Erdstoss mit regelmässig abnehmenden Oscillationen. (Fig. 7.)	$21^h\ 37^m$, Curve schwach, plötzliches Abbrechen derselben.
7) Mai 21.	Grosse aus zwei Theilen bestehende Störung von $10^h\ 33^m$ bis $11^h\ 6^m$. Unterbrechung bei $10^h\ 42^m$.	nicht registrirt.
8) „ 25.	Zwei grosse Störungen, um $7^h\ 9^m$ und $10^h\ 42^m$ beginnend.	nicht registrirt.
9) „ 26.	$9^h\ 24^m$ kleinere Störung.	nicht registrirt.
10) „ 30.	Keine Störung.	$8^h\ 19^m$ und $9^h\ 24^m$ Unterbrechungen der Curve, Beobachtungen jedoch unsicher wegen Schwäche der Curve.
11) „ 31.	Ein ruhiger Tag. Bei $8^h\ 48^m$ ein deutlicher Stoss.	$8^h\ 44^m$ Spur einer Störung.
12) Juni 19.	Ein kleiner Erdstoss $18^h\ 52^m$.	$18^h\ 50^m$.
13) „ 30.	Sehr deutlicher Erdstoss $13^h\ 22^m$.	$13^h\ 22^m$.
14) Juli 8.	Grosse Störung gegen 10^h. Die Curve ist an diesem Tage schwach und unscharf. Von 2^h an sehr ruhig. Beginn der Oscillationen $10^h\ 18^m$, vorher schon Spuren sichtbar. $11^h\ 48^m$ Ende der Hauptoscillationen.	Sehr ruhig bis $9^h\ 55^m$. Die Bewegung zerfällt in eine grössere Zahl von Abschnitten, zwischen denen Momente grösserer Ruhe liegen. Letzte Spuren bei $13^h\ 10^m$.
15) „ 11.	Sehr bedeutende Störung. Curve ganz scharf bis 3^h und von 15^h an. Bei $10^h\ 23^m$ bricht dieselbe plötzlich ab. Schluss der Störung $14^h\ 25^m$. Da an diesem Tage die Beleuchtung schwach war, so sind nur wenige Details zu erkennen.	Von $6^h\ 30^m$ an vollständige Ruhe, bei $10^h\ 23^m$ bricht die Curve ganz scharf ab und erst nach einiger Zeit werden die Oscillationen wieder sichtbar und lassen deutlich erkennen, dass die Störung in verschiedene Abschnitte zerfällt, welche durch Momente der Ruhe bei $12^h\ 37^m$, $13^h\ 11^m$ und $13^h\ 35^m$ begrenzt sind. Von $15^h\ 10^m$ an herrscht wieder Ruhe. Obige Beobachtung wurde zufällig auch durch die directe Wahrnehmung bestätigt, indem das Pendel Abends in starker schwingender Bewegung angetroffen wurde. (Fig. 2.)

1889.	Potsdam.	Wilhelmshaven.
16) Juli 13.	$17^h\ 4^m$ ein deutlicher Erdstoss (schlechte Curve).	$17^h\ 0^m$.
17) „ 15.	nicht registrirt.	$12^h\ 25^m$ ein deutlicher Erdstoss.
18) „ 28.	Ziemliche Unruhe des Pendels. Bei $3^h\ 30^m$ und $6^h\ 0^m$ liegen zwei grössere Störungen.	Zwei grössere Störungen bei $3^h\ 20^m$ und $5^h\ 55^m$.
19) Aug. 3.	$16^h\ 49^m$ sehr scharfer Beginn einer kleineren Störung, Erdstoss.	$16^h\ 38^m$ Beginn einer allmählich anwachsenden Störung.
20) „ 4.	$10^h\ 58^m$ scharfer Beginn einer complicirten Störung.	$10^h\ 46^m$ Beginn einer grösseren Störung, die bis gegen 12^h dauert.
21) „ 13.	Schwache Spur, unsicher.	$7^h\ 58^m$ Erdstoss, deutlich.
22) „ 25.	$7^h\ 37^m$ Anfang einer grösseren Störung.	Anfang $7^h\ 32^m$, sehr deutlich markirt. Ende gegen 9^h. Grosse Oscillationen.
23) „ 29.	$18^h\ 29^m$ Anfang einer grossen Störung.	Anfang scharf um $18^h\ 24^m$. Dauer der Störung bis gegen $19^h\ 30^m$.
24) Sept. 5.	Eine grössere Störung. Beginn derselben $22^h\ 40^m$. Plötzliches Anwachsen der Oscillationen $23^h\ 5^m$.	Beginn der Störung unscharf, bald nach $22^h\ 30^m$, gegen $23^h\ 5^m$ plötzliches Anwachsen der Bewegung.
25) „ 6.	Von $1^h\ 20^m$ bis 4^h eine grosse Störung, auf welche von 11^h bis 13^h eine zweite kleinere folgt.	Uhr stand, nicht registrirt.
26) „ 9.	$9^h\ 5^m$ und $10^h\ 33^m$ zwei kleine Störungen an einem sehr ruhigen Tage.	Eine kleine Störung bei $10^h\ 30^m$, Anfang unscharf.
27) „ 13.	Gegen $5^h\ 30^m$ eine kleine Störung ohne scharfen Anfang.	$5^h\ 37^m$ kleine Störung mit wenig scharf ausgeprägtem Anfang.
28) „ 18.	Sehr ruhiger Tag. $6^h\ 55^m$ bis $9^h\ 18^m$ eine grössere Störung, Anfangs nur Spuren, um $7^h\ 52^m$ plötzliches Anwachsen der Bewegung.	Sehr schön ausgeprägte grosse Störung. Dieselbe dauert etwa von 7^h bis $9^h\ 30^m$ und ist reich an verschiedenen Phasen. Bei $8^h\ 23^m$ eine sehr deutlich markirte Pause in der Bewegung.
29) „ 25.	Sehr unruhiger Tag mit andauernden Oscillationen.	Bei $10^h\ 6^m$ eine kleine Störung.
30) „ 30.	nicht registrirt.	$9^h\ 50^m$ kleinere Störung, welche bis $10^h\ 30^m$ dauert.
31) Oct. 1.	nicht registrirt.	$13^h\ 43^m$ deutlicher Erdstoss.
32) „ 5.	nicht registrirt.	$15^h\ 12^m$ Beginn einer grossen Störung, welche bis 18^h dauert.

Uebersicht über die Horizontalpendelcurven für Wilhelmshaven und Potsdam.

Wilhelmshaven. 1889.		Potsdam. 1889.	
März	7—8. Zwei ziemlich unruhige Tage, besonders März 7. zu Anfang.		
„	9. Unruhig bis 6^h, dann ruhiger.		
„	10. Ziemlich ruhig, etwas Unruhe von 17^h an.		
„	11—12. Anfangs unruhig, dann sehr ruhig, 21^h bis 5^h wieder Unruhe, dann ruhig und wieder wachsende Unruhe von 12^h an.		
„	13—14. Unvollständige Curve. 13. unruhig, 14. ebenso, Curve wellig.		
„	15—16. 15. Anfangs unruhig, Nachts ruhig, 16. meist etwas unruhig.		
„	17—18. Unruhig bis 17. 5^h, dann im Ganzen sehr ruhig.		
„	19—20. Im Allgemeinen sehr ruhig, Nachts mehr als am Tage.		
„	21—22. Stets geringe Unruhe vorhanden.		
„	23—24. Desgleichen.		
„	25—26. Geringe Unruhe, Nachts etwas ruhiger.		
„	27—28. Ebenso, einige kleine Störungen.		
„	29—30. Ebenso, März 30. Nachts viel ruhiger.		
März 31. bis April 1.	Gleicher Charakter. April 1. von 18^h an viel Zacken und Wellen.	April	1—2. Etwas Unruhe, zwischen 18^h und 0^h Nachts ruhiger.
April	2—3. Etwas Unruhe bis 4^h, dann ruhig; 3. von 21^h an etwas Unruhe.	„	3. Sehr ruhig.
„	4—5. Sehr ruhig, am Tage etwas unruhiger.	„	4—5. Sehr ruhig.
„	6—7. Geringe Unruhe zu allen Tageszeiten.	„	6—7. Etwas Unruhe Tag und Nacht.

1889.	Wilhelmshaven.	1889.	Potsdam.
April 8—9.	Ebenso, Nachts etwas ruhiger.	April 8—9.	Ruhiger; April 9. $6^h.60$ eine sehr merkwürdige Nullpunktsänderung, Verschiebung des Lichtpunktes um $1^p.7$. (Fig. 5.)
„ 10—11.	Aeusserst ruhig.	„ 10—11.	Ganz ruhig.
„ 12—13.	Meist auffallend ruhig.	„ 12—13.	Ganz ruhig, nur gegen das Ende beginnende geringe Unruhe.
„ 14—15.	14. im Ganzen ruhig, von 15^h an Unruhe, die mit Einschluss der grossen Störung in erheblichem Maasse April 15. über andauert.	„ 14—15.	An beiden Tagen zunehmende Unruhe, welche in der Störung April 15. gipfelt.
„ 16—17.	Die Unruhe verschwindet. April 16. 4^h, April 17. ruhig bis auf die grosse Störung. Nachts grosse Ruhe.	„ 16—17.	Unruhe bis 4^h, 17. grosse Störung.
„ 18—19.	18. unruhig bis nach 6^h, Nachts ruhig, am Tage wieder unruhiger, Curve unvollständig.	„ 18—19.	Fast ganz ruhig.
„ 20—21.	21. Mittags etwas unruhig, ebenso von 18^h an. Curve vielgezackt.	„ 20—21.	Fast ganz ruhig, nur hier und da kleine Bewegung.
„ 22—23.	Schlechte Curve, wenig zu erkennen.	„ 22—23.	Ruhig, 23. von 21^h etwas Unruhe.
„ 24—25.	Curven werthlos, weil sehr unvollständig.	„ 24—25.	Ruhig, April 24. bis 4^h etwas Unruhe.
„ 26—27.	Am Tage etwas unruhiger als Nachts.	„ 26—27.	Sehr ruhig.
„ 28—29.	Curve sehr schwach, meist sehr ruhig.	„ 28—29.	Sehr ruhig, mit Ausnahme des Erdstosses April 28., dem eine geringe Unruhe während einiger Stunden folgt. Etwas Unruhe 29. von 21^h an.
April 30. — Mai 1.	Curve fehlt.	April 30. — Mai 1.	30. beträchtliche Unruhe von 0^h bis 8^h, dann abnehmend, wieder stärker Mai 1. in den Mittagsstunden und von 20^h an. Nachts ruhig.

1889.	Wilhelmshaven.	1889.	Potsdam.
Mai 2—3.	Curve fehlt.	Mai 2—3.	Abnehmende Unruhe. Bei $7^3/_4{}^h$ kleine Störung. Nachts sehr ruhig. Mai 3. von 21^h an etwas Unruhe.
„ 4—5.	Curve unbrauchbar.	„ 4—5.	An beiden Tagen Unruhe in den Tagesstunden vorherrschend, Nachts still.
„ 6—7.	Curve unbrauchbar.	„ 6—7.	Ruhig, am Tage etwas unruhiger.
„ 8—9.	Sehr unvollständig. Nachts sehr ruhig. Eigenthümliche Form des Minimums.	„ 8—9.	Wie vorher, Mai 9. am Tage ziemlich unruhig.
„ 10—11.	10. ziemlich unruhig bis 9^h, dann ruhiger; 11. über Tag wieder etwas unruhiger, Curve zackig.	„ 10—11.	Ebenso, Mai 10. 18^h bis Mai 11. Nachmittags starke Unruhe.
„ 12—14.	Curve unklar. Im Ganzen sehr ruhig, im Maximum wellig und zackig.	„ 12—13.	Sehr ruhig, auch am Tage.
		„ 14—15.	Ziemlich ruhig.
„ 15—16.	15. fehlt, 16. wenig Unruhe.	„ 16—17.	16. von 12^h an unruhiger, 17. ruhig.
„ 17—18.	Ganz unvollständig.	„ 18—19.	Sehr ruhig.
„ 19—20.	19. unvollständig, 20. sehr ruhig.	„ 20—21.	Sehr ruhig. Etwas Unruhe 21. Mittags.
„ 21—28.	Unbrauchbare Curven.	„ 22—23.	22. von 20^h an erhebliche Unruhe, fast in dem Umfange einer Störung, nimmt über Nacht etwas ab und wächst wieder am Tage.
		„ 24—25.	Anhaltende Unruhe bis 24. 6^h, ebenso 25. über Mittag etwas unruhig.
		„ 26—27.	Sehr ruhig.
„ 29—30.	Sehr schwache Curve, Nachts ruhig; Mai 30. den Tag über Bewegung.	„ 28—29.	Sehr ruhig.
		„ 30—31.	Ruhig, 30. von 18^h an etwas Unruhe, am Tage stärker als Nachts.

1889.	Wilhelmshaven.	1889.	Potsdam.
Mai 31. — Juni 1.	Unbrauchbare Curve.	Juni 1—2.	Nachts ruhig, grössere Unruhe vom 1. 20^h bis 2. 6^h, mit Maximum um 2^h.
		„ 3—4.	Sehr ruhig.
		„ 5—6.	Sehr ruhig, tagsüber Spuren von Unruhe.
Juni 18—19.	Nachts ruhig; 19. über Tag erhebliche Unruhe, Curve zackig.	„ 18—19.	Sehr ruhig, auch am Tage.
„ 20—21.	Curve kaum sichtbar.	„ 20—21.	Sehr ruhig, auch am Tage.
„ 22—23.	Keine Curve.	„ 22—23.	Kleine Unruhe in den Tagesstunden, sonst ruhig.
„ 24—25.	Unvollständige Curve, ganz ruhig.	„ 24—25.	Sehr ruhig.
„ 26—27.	Ruhig, etwas Unruhe am Tage.	„ 26—27.	Sehr ruhig.
„ 28—29.	Sehr ruhig.	„ 28—29.	Sehr ruhig, 29. von 0^h bis 3^h etwas Unruhe.
Juni 30. — Juli 1.	Sehr ruhig; Juli 1. Unruhe über Tag und von 19^h an.	Juni 30. — Juli 1.	Sehr ruhig.
Juli 2—3.	Im Ganzen sehr ruhig.	Juli 2—3.	Schwache Spuren von Unruhe am Tage, sonst auffallend ruhig.
„ 4—5.	4. unruhig bis 7^h. Juli 5. den ganzen Tag über unruhig. Viel kleine Wellen und Zacken.	„ 4—5.	Am Tage deutliche Unruhe, sonst ruhig.
„ 6—7.	Am Tage etwas unruhig.	„ 6—7.	6. Nachts beginnt schwache Unruhe, die von 17^h an zunimmt. 7. tagsüber ziemlich stark, Nachts abnehmend und von 18^h an wieder wachsend.
„ 8—9.	Curve zackig am Tage. 8. grosse Störung, sonst ruhig.	„ 8—9.	Sehr ruhig bis auf Störung Juli 8.
„ 10—11.	10. ruhig, von 14^h an bis Juli 11. 6^h Unruhe, dann still. Juli 11. 19^h die Curve bildet bei plötzlicher Ablenkung des Lichtpunktes eine Spitze. (Fig. 2.)	„ 10—11.	Häufig unruhig, besonders Juli 11. über Tag, dann sehr ruhig mit Ausnahme des Erdstosses.

1889.	Wilhelmshaven.	1889.	Potsdam.
Juli 12—13.	Im Ganzen ruhig.	Juli 12—13.	Durchweg sehr ruhig, auch am Tage.
„ 14—15.	Im Ganzen ruhig.	„ 14—15.	Unvollständige Curve, wo sichtbar, ruhig.
„ 16—17.	16. Unruhe über Mittag, sonst still, aber Curve oft wellig.	„ 16—17.	16. Unruhe schon bei 0^h, welche, obwohl schwächer werdend, bis Juli 17. 9^h anhält, dann rasch zunimmt und den ganzen Tag über mit ziemlich beträchtlicher Amplitude andauert.
„ 18—19.	Im Ganzen ruhig, aber oft zackig und wellig, besonders im Maximum Juli 18.	„ 18—19.	Unruhe dauert fort bis gegen 9^h, dann schwächer, 19. sehr ruhig.
„ 20—21.	Juli 20. bei $0^h.4$ eine Ablenkung wie Juli 11., Maximum sehr wellig, Nachts ruhig, dann mehr Bewegung tagsüber, ebenso 21. von 15^h an.	„ 20.	Sehr ruhig.
„ 22—23.	22. ziemlich unruhig und wellig, 23. am Tage etwas Unruhe, Nachts ruhig.	„ 21—25.	Fehlt.
„ 24—25.	Juli 24. 16^h bis 25. 8^h unruhig.		
„ 26—27.	26. etwas Unruhe am Tage. Von 19^h bis zum Maximum am 27. schöne Zacken und Wellen. (Fig. 1.) Unruhe von 20^h an.	„ 26—27.	Im Ganzen ruhig. Juli 26. bis 15^h und 27. von 21^h an etwas Unruhe.
„ 28—29.	Beträchtliche Unruhe mit zwei Störungen bis 8^h. 19^h bis Juli 29. 7^h viel Unruhe, Nachts sehr still, von 19^h an etwas Unruhe.	„ 28—29.	Zwei unruhige Tage, auch Nachts.
„ 30—31.	Aehnlich, Nachts still, Zacken im Maximum.	„ 30—31.	30. ziemlich, 31. sehr ruhig.
Aug. 1—2.	Ebenso.	Aug. 1—2.	Ruhig, Aug. 1. von 16^h an etwas Unruhe.

1889.	Wilhelmshaven.	1889.	Potsdam.
Aug. 3—4.	Etwas unruhig von 17^h an. Aug. 4. 4^h Unruhe und Erdstoss, dann ruhig.	Aug. 3—4.	Geringe Unruhe bis 4^h, dann erneute grössere Unruhe mit einem Erdstosse beginnend. Von Aug. 4. 4^h an wieder Ruhe, unterbrochen durch eine scharf begrenzte Störung bei 11^h.
„ 5—6.	Zunehmende Unruhe bis 6. 7^h mit Maximum in den Mittagsstunden, dann ruhiger, von 16^h an wieder viel Unruhe.	„ 5—6.	Am 5. bei 6^h kleine Nullpunktsänderung. Sehr ruhig. Aug. 6. bei 18^h beginnt grössere Unruhe.
„ 7—8.	Etwas unruhig, ausser Nachts, wo es sehr still ist. Maxima zackig. Aug. 8. bei 23^h seltsame Verschiebung der Curve (Nullpunktsänderung).	„ 7—8.	Starke Unruhe mit beträchtlicher Amplitude, die, allmählich schwächer werdend, bis Aug. 8. gegen 3^h dauert. Aug. 8. sehr ruhig.
„ 9—10.	Meist ruhig, unruhiger über Tag und zackig.	„ 9—10.	Curve schlecht, sehr ruhig, etwas Unruhe vielleicht während der letzten Stunden am 10.
„ 11—12.	Wie oben. 12. von 19^h an bei starker Bewegung des Nullpunktes Unruhe.	„ 11—12.	Curve schlecht, anscheinend grössere Unruhe von Aug. 11. 12^h an.
„ 13—14.	Bald wieder ruhig. Maximum zackig.	„ 13—14.	Ziemlich ruhig bis 12^h, dann Unruhe.
„ 15—16.	Im Ganzen ruhig bis auf Aug. 16. über Tag, wo es recht unruhig ist. Maximum der Unruhe bei 2^h bis 3^h.	„ 15—16.	Anfangs sehr ruhig, dann wachsende beträchtliche Unruhe von 15^h bis Aug. 16. 6^h dauernd.
„ 17—18.	Am Tage unruhig, Nachts ruhig.	„ 17—18.	17. bis gegen 13^h etwas Unruhe, sonst sehr ruhig.
„ 19—20.	19. ruhig, von 21^h an wachsende Unruhe, die Aug. 20. in ziemlicher Stärke andauert.	„ 19—20.	19. sehr ruhig, 22^h beginnt Unruhe, die ziemlich beträchtlich wird und den 20. über andauert.

1889.	Wilhelmshaven.	1889.	Potsdam.
Aug. 21—22.	Unruhe nimmt ab bis 10^h, dann wächst sie und dauert in beträchtlichem Umfange bis Aug. 22. in die Nacht hinein. Maximum derselben bei 21^h. Nachts dann ruhig.	Aug. 21—22.	Fortdauernde Unruhe (Amplituden bis zu $7^p = 35$ mm). Maximum derselben liegt bei 22. 0^h.
„ 23—24.	Sehr ruhig.	„ 23—24.	Nahezu vollkommene Ruhe. Spuren von Unruhe bis etwas nach 0^h und 24. von 15^h an.
„ 25—26.	Sehr ruhig, doch oft wellig und grosse Störung.	„ 25—26.	Anfangs etwas Unruhe und Störung bei $7\frac{1}{2}^h$, dann sehr ruhig. 26. sehr still.
„ 27—28.	Sehr ruhig, am Tage etwas Unruhe.	„ 27—28.	Sehr ruhig, nur hier und da Spuren.
„ 29—30.	Sehr ruhig bis auf die Störung.	„ 29—30.	Zwei absolut ruhige Tage, Störung.
Aug. 31. — Sept. 1.	Sehr ruhig, doch etwas Unruhe Sept. 1. am Tage.	Aug. 31. — Sept. 1.	Sehr ruhige Tage.
Sept. 2—3.	Fast ganz ruhig.	Sept. 2—3.	Sehr ruhige Tage, 3. gegen Ende einige Spuren von Unruhe.
„ 4—5.	Fast ganz ruhig, am Tage etwas Bewegung.	„ 4—5.	Sehr ruhig, Störung zum Schluss.
„ 6—7.	Unvollständig. 7. von 20^h an beginnende stärkere Unruhe.	„ 6—7.	Absolut ruhig bis auf die grossen Störungen.
„ 8—9.	9. tagsüber etwas Unruhe und Störung, aber sehr still des Nachts.	„ 8—9.	Vollkommene Ruhe.
„ 10—11.	Sept. 11. den ganzen Tag über Bewegung bis Nachts, ebenso später, Nachts ziemlich ruhig.	„ 10—11.	10. sehr ruhig, 11. von 12^h an beginnt geringe Unruhe.
„ 12—13.	Sept. 12. 6^h sehr seltsame Störung des Nullpunktes wie Juli 11. (Fig. 6.) Ruhig, am Tage etwas Unruhe.	„ 12—13.	Geringe Unruhe am Tage, Nachts still.
„ 14—15.	14. wechselnde Unruhe bis 15. 3^h, dann ruhiger.	„ 14—15.	Ebenso, 14. bei 13^h kleine Störung.

1889.	Wilhelmshaven.	1889.	Potsdam.
Sept. 16—17.	Nachts sehr ruhig, am Tage weniger.	Sept. 16—17.	Absolut ruhig, auch am Tage.
„ 18—19.	18. grosse Störung. Von 20^h an Unruhe, die den 19. über andauert, aber nicht sehr erheblich ist.	„ 18—19.	Absolut ruhig bis Sept. 19. 6^h (bis auf die grosse Störung), wo Unruhe beginnt.
„ 20—21.	Nicht sehr unruhig, aber äusserst wellig und zackig. Sehr wechselnd.	„ 20—21.	20. unruhiger Tag, 21. ruhiger, doch noch immer Spuren von Unruhe.
„ 22—23.	22. fehlt, 23. Anfangs unruhig, dann stiller.	„ 22—23.	Ziemlich ruhig mit geringen Unterbrechungen.
„ 24—25.	Anfangs ruhig, $6^1/_2{}^h$ Nullpunktsänderung, dann zunehmende Unruhe, die fast den ganzen 25. über andauert.	„ 24—25.	Wechselnde Unruhe, die Sept. 25. sehr beträchtlich wird (wie Aug. 21—22.).
„ 26—27.	Meist etwas unruhig.		
„ 28—29.	Curve verschwindet am Rande.		
Sept. 30. — Oct. 1.	Ziemlich ruhig, einige kleinere Störungen.		
Oct. 2—3.	3. tagsüber grössere Unruhe.		
„ 4—5.	Ziemlich ruhig. 5. grosse Störung.		

Uebersicht über die Horizontalpendelcurven und mikroseismischen Störungen, Puerto Orotava. Teneriffa.

Bemerkung. Die Störungen sind charakterisirt durch die Buchstaben *S*, *A*, *B*, *C*, *E*. Es bedeutet

S kleinere Störungen von der Form der Erdstösse, welche von vorbeipassirenden Leuten herrühren;
A länger anhaltende complicirte Erschütterungen von der Art, wie sie in Potsdam und Wilhelmshaven beobachtet wurden;
B seismische Unruhe:
C Störungen von der Form complicirter Wellensysteme, oft übergehend in die Classe *A*;
E Erdstösse, durch plötzliches Ausschlagen des Pendels und allmähliche Abnahme der Amplitude charakterisirt.

1890.		1890.	
Dec. 26.	Nur *S*, sonst grosse Ruhe.	Dec. 30.	Ruhige Curve.
„ 27.		„ 31.	Etwas Unruhe 23^h bis 3^h.
„ 28.	Ruhige Curve.		
„ 29.			

1891.

Jan. 1. Ganz ruhig.
„ 2.
„ 3. Ganz ruhig.
„ 4. Zwischen 18^h und 23^h grosse Störung *C*.
„ 5. Vollkommen ruhig.
„ 6.
„ 7. Ganz ruhig. 3.80^h kleine Störung von der Form *A* oder *E* von kurzer Dauer. Amplitude 12.5 mm.
„ 8. Sehr ruhig.
„ 9. Curve ruhig, kleinere Störungen *S*.
„ 10. Curve ruhig.
„ 11. Curve ruhig.
„ 12. Curve ruhig, zwischen 20^h und 22^h Spuren von Unruhe.
„ 13. Ruhig, viele *S*. Hübsche Störung *A* bei 11.9^h von kurzer Dauer.
„ 14. Kleiner Erdstoss *E* bei 15.05^h. Etwas Unruhe 20^h bis 22^h.
„ 15. Ziemlich ruhig. 8.70^h absichtliche Ablenkung des Pendels von aussen her, welche eine Störung *S* ergiebt.
„ 16. Von $21^1/_2{}^h$ an Lampe erloschen, ruhig.
„ 17. Kleine Unruhe bis 4^h.
„ 18. Ruhig, Maximum etwas wellig.
„ 19. Schwache Unruhe, von 18^h an versagte die Lampe.
„ 20. Ganz ruhig.
„ 21. Ganz ruhig.
„ 22. Etwas Unruhe 0^h bis 3^h, Maximum wellig.

1891.

Jan. 23. Aeusserst ruhig.
„ 24.
„ 25. Ganz ruhig, kleine Störung bei 3.91^h. Amplitude 9 mm.
„ 26. Ganz ruhig, nur im Maximum etwas Unruhe.
„ 27. Sehr ruhig bei starker täglicher Bewegung.
„ 28. Sehr ruhig, geringe Unruhe 21^h bis 23^h.
„ 29. Lampe versagte $16^1/_2{}^h$ bis $21^1/_2{}^h$. Ganz ruhig. *S* zwischen $3^1/_2{}^h$ und $8^1/_2{}^h$.
„ 30. Lampe versagte 18^h bis 21^h. *S* zwischen 1^h und $6^3/_4{}^h$. Ganz ruhig. Vom Bogenwechsel bei $21^1/_2{}^h$ an bis gegen 23^h eigenthümliche Störung *A*, in der viele Phasen zu erkennen sind. Hauptphase 22.27^h. Amplitude 22 mm.
„ 31. Lampe versagte 14^h bis 21^h. Sehr ruhig, nur *S* bis 5^h.
Febr. 1. *S* von 22^h bis $8^1/_2{}^h$, sonst sehr ruhig. Lampe brannte schlecht zum Schluss.
„ 2. Etwas wellig und *S* bis 6^h, sonst sehr ruhig. Eine eigenthümliche Nullpunktsänderung im Betrage von 1.2^p findet statt in den sonst durch Ruhe ausgezeichneten Abendstunden. Lampe versagt etwas von 14^h an. Bei 21^h *B*, unbedeutend.
„ 3. *S* zwischen 0^h und 6^h, sonst äusserst ruhig. Lampe erloschen 18^h bis 21^h.

1891.

Febr. 4. Viele S bis $6^1/_2{}^h$, sonst äusserst ruhig. Eine Störung vom Charakter B oder C bis gegen 23^h dauernd, etwas verwaschen (Amplitude 11 mm).

„ 5. S bis 6^h, sonst sehr ruhig. 12.4^h kleinere Störung vom Charakter A (Amplitude 6 mm). Bei 20^h erste Anfänge einer grösseren Störung A. Bei 20.7^h nehmen die Amplituden plötzlich zu und betragen beim Bogenwechsel 30 mm.

„ 6. Darauf Abnahme der Amplituden und Wiederanschwellen bei 21.63^h. Bei 22.0^h Ende der Hauptunruhe. B dauert fort bis gegen 2^h und noch später.

„ 7. S bis $6^1/_2{}^h$, dann grosse Ruhe bis 19^h, wo eine sehr schöne Störung C beginnt, welche 23.4^h ihr Ende erreicht.

„ 8. Etwas wellig und S bis $7^1/_2{}^h$, dann vollkommene Ruhe.

„ 9. Sehr ruhig, S bis $8^1/_2{}^h$ und von $18^3/_4{}^h$ an.

„ 10. S bis 7^h. Etwas wellig und geringe Unruhe B tagsüber. 7^h bis 18^h grosse Ruhe von da an S.

„ 11. Schlechter Bogen, am Tage wellig und S.

„ 12. Wellig und S am Tage. Lampe versagte 18^h bis 21^h. Bei 21^h letzte Spuren einer Störung C.

1891.

Febr. 13. Etwas wellig im Maximum. S bis $4^1/_2{}^h$. Lampe versagte 19^h bis 21^h. Beim Bogenwechsel trat eine grosse Störung A ein. Vor demselben ruhte anscheinend der Lichtpunkt, nachher wurde er in starker schwingender Bewegung (Amplitude vielleicht 100 mm) angetroffen. Ab- und Zunahme der Amplitude in mehreren Abschnitten. 22.4^h herrscht wieder Ruhe. Der Beginn der Störung dürfte sehr nahe auf $21^h\ 17^m$ zu setzen sein.

„ 14. Lampe versagte eine Zeit lang. S bis 7^h.

„ 15. Curve ruhig, im Maximum ist deutlich ein secundäres Minimum wahrzunehmen. 19.3^h Beginn einer grossen Störung A. Viele Abschnitte. Amplitude 37 mm. Schöne deutliche Phase dieser Störung bei 21.5^h. Nochmaliges Anwachsen der Amplitude auf 47 mm, dann regelmässige Abnahme und Ruhe.

„ 16. Bogen stark belichtet. Etwas wellig im Maximum. S bis $6^1/_4{}^h$.

„ 17. S bis 6^h, 19^h bis 22^h B (oder C). Amplitude 8.5 mm.

„ 18. Schlechter Bogen. Viele S.

„ 19. Am 18. bei 2.78^h und 6.00^h zwei Störungen E, die wahrscheinlich von S verschieden, doch ist dies unsicher.

1891.

Febr. 20. Schlechter Bogen, Curve nur schwach sichtbar.

„ 21. Von $18^{1}/_{2}^{h}$ an bis $23^{1}/_{2}^{h}$ Störung *C*.

„ 22. Viele *S* bis $6^{1}/_{2}^{h}$.

„ 23. Maximum wellig. Febr. 22—23. ist eine allgemeine, aber unbedeutende seismische Unruhe *B* bemerkbar. Anwachsen derselben von Febr. 23. 20^{h} bis 24. 6^{h}.

„ 24. Maximum wieder wellig. Von 15^{h} an schwache Unruhe *B*.

„ 25. Viele *S* bis 6^{h}, dann Ruhe.

„ 26. Maximum wellig. Viele *S* bis 7^{h}. 22^{h} kleine Störung *A*.

„ 27. Maximum wellig. *S* bis $9^{1}/_{2}^{h}$. Bei 17.4^{h} ziemlich plötzlicher Beginn einer grossen Störung, die theils den Charakter von *A*, theils von *C* trägt. Bei 20^{h} wird wegen Versagens der Lampe die Curve zu schwach, um die Details zu erkennen. Ziemlich sicher handelt es sich um eine Störung *C*, denn auf dem folgenden Blatte findet sich die Fortsetzung derselben bis gegen $23^{1}/_{2}^{h}$. Von da an vollständige Ruhe.

„ 28. Nur *S* bis $6^{1}/_{2}^{h}$.

März 1. *S* von 18^{h} bis 7^{h} und von 19^{h} an.

„ 2. Völlige Ruhe.

„ 3. Völlige Ruhe. 0.69^{h} kleiner Erdstoss *E* (Amplitude 33 mm) von 20^{h} an *B*.

1891.

März 4. Maximum etwas wellig. *S* bis $8^{1}/_{2}^{h}$. Etwas Unruhe *B* 19^{h} bis 21^{h}.

„ 5. Maximum wellig. Etwas Unruhe von 17^{h} an, sonst sehr ruhig.

„ 6. Sehr ruhig, nur *S*.

„ 7. Sehr ruhig, deutliches secundäres Minimum im Maximum.

„ 8. Wie vorstehend. *S* bis $7^{1}/_{2}^{h}$. Etwas Unruhe 18^{h} bis 22^{h}.

„ 9. Wie vorstehend.

„ 10. Sehr ruhig. *S* bis 9^{h}. Von 18^{h} an etwas Unruhe.

„ 11. Aeusserst ruhig. Von 20^{h} an Spuren von *B*.

„ 12. Aeusserst ruhig. Maximum wellig. Von 18^{h} bis 22^{h} Störung *C*. Bei 20.29^{h} Erdstoss *E* (Amplitude 14 mm).

„ 13. Sehr ruhig. Maximum wellig. Von 17^{h} an erst schwache Unruhe, dann Störung *C* bis 23^{h}.

„ 14. Auffallende Welle im Maximum. Schwache Unruhe von 17^{h} an.

„ 15. Sehr ruhig. *S* bis 7^{h}. Geringe Unruhe von $17^{1}/_{2}^{h}$ an.

„ 16. Sehr ruhig. Maximum wellig. Grosse Störung *C* 18^{h} bis 22^{h}. Kleine Störung *A* 22.20^{h}.

„ 17. Vollkommene Ruhe.

„ 18. Vollkommene Ruhe. Spuren von *B* im Minimum. Maximum etwas unruhig und wellig.

„ 19. Von 17^{h} an kleine Unruhe, dann Störung *C*, in der einige einzelne Wellen erkennbar sind, sonst grosse Ruhe.

1891.

März 20. Maximum wellig, sonst sehr ruhig.
„ 21.

„ 22. Kleine kurze Störung bei 3^h. Etwas Unruhe 18^h bis 0^h.
„ 23. Sehr ruhig.

„ 24. Schlechter Bogen, Maximum wellig. Lampe verlöschte.
„ 25. Maximum wellig. Etwas Unruhe gegen 19^h bis 20^h.

„ 26. Aeusserst ruhig. Eine Störung *A* bei 12.5^h, welche bis 13.7^h dauert (Amplitude 25 mm).
„ 27. Sehr ruhig, Lampe verlöschte.

„ 28. Sehr ruhig.
„ 29. Sehr ruhig, Maximum etwas wellig.

„ 30. Curve von 22^h bis 5^h gezackt und wellig, sonst ruhig.
„ 31. Von 19^h an etwas Unruhe *B*.

April 1. Curve äusserst ruhig.
„ 2. Curve äusserst ruhig, 15^h bis 21^h Lampe mangelhaft.

„ 3. Maximum wellig, sonst ruhig, von 17^h an geringe Unruhe.
„ 4. Maximum wellig, kleine Störung *A* zwischen 9^h und 10^h.

„ 5. Vollständige Ruhe.
„ 6.

„ 7. Curve schwach. Bei 22.7^h (April 6.) bis gegen 1^h Störung *A*, deren Details aber verschwinden. 14.8^h bis 15.7^h kleine Störung *A*. Zwischen 19^h und 22^h *C* mit sehr schön ausgesprochenen Wellen. Näheres hierüber an anderer Stelle. (Fig. 4.)
„ 8. Welle im Maximum. Sehr ruhig. Von 19^h an geringe Unruhe.

1891.

April 9. Geringe Unruhe von 15^h an bis 21^h.
„ 10. Maximum etwas wellig. Lampe versagte um 11^h.

„ 11. Curve ganz ruhig, unbedeutende Unruhe und Wellen zwischen Minimum und Maximum.
„ 12. Ebenso.

„ 13. Grosse Ruhe. Spuren von Unruhe in den Vormittagsstunden von 18^h an.
„ 14.

„ 15. Grosse Ruhe. Hier und da kleine Wellen.
„ 16. Grosse Ruhe. Hier und da kleine Wellen.
Kurz vor 6^h eine plötzliche geringe Nullpunktsverschiebung (0.13^p).

„ 17. Kleine Wellen im Maximum. Sehr ruhig. Zwischen 19^h und 22^h kleine Störung *C*. Oscillationen wie April 7, aber nur vereinzelt erkennbar.
„ 18. Wie vorstehend, wiederum von 19^h an schwache Störung *C*. 3 Oscillationen von ähnlicher Periode, wie April 7. erkennbar.

„ 19. Wellig im Maximum, sonst grosse Ruhe. Kleine Störung *C* zwischen 20^h und 22^h.
„ 20. Aeusserst ruhig. Von $19^1/_2{}^h$ an versagt die Lampe.

„ 21. Sehr ruhig. Von 18^h bis nach 21^h sehr schöne Störung *C* mit deutlich erkennbaren, wenn auch sehr gedrängten Wellen.

1891.	
April 22.	Kleine Wellen im Maximum. Sehr ruhig. Von 18^h an schwache Spuren von Unruhe.
„ 23.	Sehr ruhig, Maximum wellig.
„ 24.	Sehr ruhig, Maximum wellig. Bei 18^h plötzliche Verschiebung in der Ordinate um $\overset{p}{0}.3$.
April 25.	Ruhig, Maximum wellig.
„ 26.	Ruhig, Maximum wellig.
„ 27.	Sehr ruhig. Deutlicher Erdstoss bei $\overset{h}{18}.10$. Amplitude 32 mm. Amplituden nehmen rasch ab.

Wir wenden uns nun zur Betrachtung derjenigen Unterbrechungen der Ruhe des Pendels, welche wir als „Störungen" im engeren Sinne bezeichnet haben. Es lassen sich hier verschiedene Arten unterscheiden. Eine Klasse dieser Störungen charakterisirt sich durch ihre Einfachheit als Folge eines einfachen Erdstosses, durch welchen das Pendel einen Antrieb erhält, nach welchem es unter allmählicher regelmässiger Abnahme der Schwingungsamplitude in die Ruhelage zurückkehrt (s. Taf. V, Fig. 7). Diese Form von Störungen kommt an allen drei Orten vor. Aus der Grösse der Amplitude lässt sich unter der Berücksichtigung der bekannten Constanten die relative Intensität des Stosses, beziehentlich der zur Aufzeichnung gelangenden Componente desselben messen, wenn wir nämlich als Maass derselben die dem Schwerpunkt des ruhenden Pendels ertheilte Anfangsgeschwindigkeit setzen. Ist diese v, ferner g die Beschleunigung durch die Schwerkraft und α die in Secunden ausgedrückte Amplitude (für die halbe Oscillation), so ist

$$v = g \frac{T_0^2}{T^2} \cdot \sin 1'' \cdot \alpha'' .$$

Für Orotava z. B. finden wir hiermit mittelst der an anderer Stelle angeführten Constanten und für ganze Amplituden berechnet:

Amplitude	v
10 mm	0.025 mm
20 „	0.050 „
30 „	0.075 „
40 „	0.100 „
50 „	0.125 „
60 „	0.150 „

Die Liste der in Wilhelmshaven und Potsdam beobachteten Störungen enthält von dieser Klasse acht Fälle, von denen sechs an beiden Orten beobachtet wurden, in den beiden anderen Fällen fehlte die Registrirung an

einem der beiden Orte. Es ist darnach kein Zweifel, dass wir es mit einer über die Erde hinschreitenden Erschütterung zu thun haben, wenn auch die Zeitangaben an beiden Orten zu ungenau sind, um den Zeitunterschied des Eintreffens der Bewegung feststellen zu können. Derselbe kann im günstigsten Falle, eine Fortpflanzungsgeschwindigkeit von 2 km vorausgesetzt, für die beiden Stationen nicht viel mehr als 3 Min. betragen, wogegen die grösste Abweichung der beiderseitig aus den Curven abgeleiteten Zeitmomente 4 Min. ist.

In Teneriffa haben wir 6 Fälle derartiger Störungen, von denen vielleicht 2 als zweifelhaft gelten können. Im Ganzen sind dies also während einer 11monatlichen Beobachtungszeit 14 Fälle, so dass diese Störungen nicht als selten anzusehen sind. Da es durch die Angaben der Seismographen bekannt geworden ist, dass eigentliche Erdbeben stets mit kleineren Schwingungen beginnen, welche rasch zu der Hauptbewegung anwachsen, so ist es unwahrscheinlich, dass die geschilderte Klasse von Störungen der Fernewirkung von Erdbeben zuzuschreiben sei. Als solche werden wir die zweite Klasse von Störungen erkennen. Jene sind vielleicht auf die allereinfachsten Vorgänge in der Erdkruste zurückzuführen, auf Dislocationen, welche sich in einem kurzen Zeitmoment vollziehen. Es ist mir nicht gelungen, für irgend einen der oben angeführten 14 Fälle Beziehungen zu anderweitig beobachteten Phänomenen aufzufinden, obwohl ich mit der Potsdam-Wilhelmshavener Liste eine grössere Zahl von Erdbebenberichten verglichen habe.

Die zweite Klasse der Störungen ist sehr viel complicirterer Art. Es sind dies diejenigen Störungen, welche meist mit geringerer Bewegung des Pendels beginnen, mehr oder minder anwachsen und eine grosse Zahl verschiedener Phasen erkennen lassen, zwischen denen oft Momente der Ruhe des Pendels liegen. Diese Störungen dauern oft viele Stunden lang und beweisen, dass der Erdboden während ebenso langer Zeit sich in einem Zustande grösserer oder geringerer Unruhe befunden hat. Nicht in allen Fällen beginnen dieselben mit kleinen, gewissermaassen als Vorboten dienenden Schwingungen. In dem bekannten Falle des grossen centralasiatischen Erdbebens vom 11. bis 12. Juli 1889 trat die Erdbewegung plötzlich in voller Intensität ein. Die Folge davon war, dass an beiden Beobachtungsorten die Curve plötzlich scharf abbricht. In anderen Fällen sind die vorbereitenden Bewegungen klein und von nur sehr kurzer Dauer, wie beispielsweise bei der Störung 1889 August 25,

welche wahrscheinlich mit dem gleichzeitigen griechischen Erdbeben im Zusammenhang steht. Es liegt natürlich nicht in meiner Absicht, die einzelnen Fälle der beobachteten Erdbewegungen hier zu besprechen. Ich habe diejenigen Aufzeichnungen über beobachtete Erdbeben, welche mir aus den Zeitschriften „Humboldt" und „Nature" zugänglich waren, verglichen und doch nur in ganz wenigen Fällen Beziehungen mit einiger Sicherheit constatiren können. Hierfür mag zum Theil die grosse Unzuverlässigkeit der kurzen Erdbebennotizen der Grund sein. Von zahlreichen in weniger civilisirten fernen Ländern stattfindenden vulkanischen Erscheinungen und Erdbeben gelangen sicherlich gar keine oder äusserst unzureichende Nachrichten zu uns, mit denen für eine genaue Vergleichung nichts zu machen ist. Doch will ich nicht unterlassen zu bemerken, dass in Folge langer Abwesenheit im Auslande und der für mich bestehenden Unmöglichkeit, nachträglich eine grössere Zahl von Schriften durchzusehen, mir vielleicht manche Notiz entgangen ist, die zu meinen Beobachtungen in Beziehung gebracht werden könnte.

Später hervorzuhebende Gründe nöthigen mich zu der Annahme, dass in den meisten Fällen kleinere Erdbeben, auch wenn sie unter der Bevölkerung des betreffenden Gebiets Aufmerksamkeit hervorrufen, sich nicht auf sehr grosse Entfernungen fortpflanzen. Es müsste sich sonst in unserer Beobachtungsreihe eine viel grössere Anzahl derartiger Störungen vorfinden, denn das Verzeichniss der um dieselbe Zeit in europäischen Ländern stattgehabten Erdbeben ist ziemlich lang. Ein Fall möge besonders hervorgehoben werden. 1889 Mai 30 wurden in Nordfrankreich und dem südlichen England zwischen 8^h und 9^h Abends viele heftige Erdstösse wahrgenommen. Trotzdem findet sich auf der Curve der dem Centrum dieser Erdbewegung so nahe gelegenen Station Wilhelmshaven nur eine sehr geringe Störung, die mit diesen Erscheinungen in Zusammenhang gebracht werden könnte und auf der Potsdamer Curve vollends keine Spur. Ein zweiter Fall ist folgender. Während des Verlaufs der Beobachtungen in Teneriffa fanden in der Nachbarschaft der Insel Madeira am 6. Januar 1892 bedeutende, jedenfalls durch submarine Vorgänge verursachte Erdrutsche an den Desertas-Inseln statt. Ein Telegraphenkabel brach und eine Erdbebenwelle überschwemmte Theile der Südküste Madeiras. Ungeachtet dieser jedenfalls erheblichen Störungen in nächster Nachbarschaft zeigen die Curven in Teneriffa keine Spur einer Störung des Pendels.

Gegenüber diesen Feststellungen darf es als ziemlich sicher betrachtet werden, dass die Mehrzahl der in Wilhelmshaven und Potsdam beobachteten grösseren Erderschütterungen ihren Ursprung in sehr weiter Ferne genommen habe und dass dieselben von bedeutenderen Vorgängen als es die meisten Erdbeben sind, verursacht wurden. Die Störung Juli 11, welche zu den hervorragendsten gehört, ist über einen Weg von 4800 km, diejenige von April 17, wenn meine Annahme zutrifft, über einen Weg von etwa 9000 km zu uns gelangt. Hiernach wird das empfindliche Instrument uns auch von ähnlichen Erscheinungen, die bei unseren Antipoden stattfinden, sichere und raschere Kunde geben, als es der Telegraph vermag.

Unter der Annahme, dass die Bewegung sich in der Hauptsache nicht durch das Erdinnere, sondern auf der Erdoberfläche fortpflanzt, ist es dann nicht ausgeschlossen. dass dieselbe auf zwei verschiedenen, einander zum grössten Kreise ergänzenden Wegen zu uns gelange. In der That ist es auffällig, dass zuweilen zwei gleichartige Störungen in kurzem Zwischenraume aufeinanderfolgen, z. B. Mai 25 und Juli 28. Im ersteren Falle beträgt die Zwischenzeit $3\frac{1}{2}^{h}$, im letzteren $2\frac{1}{2}^{h}$. Setzen wir den Erdumfang gleich 40 000 km, so wird eine Erdbewegung bei 2 km Geschwindigkeit in der Secunde denselben in etwa $5\frac{1}{2}^{h}$ durchlaufen. Obige Zwischenzeiten würden dem nicht widersprechen.

Zur Bestimmung der mittleren Fortpflanzungsgeschwindigkeit von Erdbewegungen im Erdkörper erscheinen die vorliegenden Beobachtungen sehr geeignet. An Seismographen hat es auch bisher nicht gefehlt, wohl aber an Instrumenten, welche schwache Erdbewegungen in ähnlichem Umfange registriren, wie das Horizontalpendel. Bei den grossen in Betracht kommenden Entfernungen sind die Fehler der Zeitbestimmung von keiner grossen Bedeutung. Wenn es nur gelingt, die Phasen der am Anfang und Ende des Weges beobachteten Bewegungen einigermaassen zu identificiren, und dies wird sicherlich in vielen Fällen möglich sein, so erhalten wir ein sehr werthvolles Material zur Lösung des erwähnten Problems. Noch wichtiger wird die Verbindung mehrerer Horizontalpendelstationen sein. Setzen wir z. B. den Fall, es hätten zur Zeit des centralasiatischen Erdbebens 1889 Juli 11 ausser den europäischen entsprechende Beobachtungsstationen in Japan und dem Süden Vorderindiens bestanden, so unterliegt es kaum einem Zweifel, dass an allen diesen Stationen das Phänomen zur Beobachtung gelangt sein würde. Falls

dann nicht auf den sehr verschiedenen Wegen, welche die Wellen zurückzulegen hatten, eine besondere Modification derselben eingetreten wäre, so würde sich voraussichtlich an den drei Endstationen die Erscheinung der Hauptsache nach wenigstens in derselben Weise aufgezeichnet haben. Gerade das Erdbeben vom 11. Juli liefert aber ein Beispiel einer überaus scharf begrenzten Phase.

Von den in der Liste der Störungen enthaltenen Erdbewegungen wollen wir nun drei einer näheren Betrachtung unterwerfen.

Die erste derselben fand am 17. April 1889 statt und habe ich darüber seiner Zeit bereits in einer Zuschrift an „Nature" berichtet. Diese Störung ist eine der auffallendsten und gelangte besonders in Potsdam sehr schön zur Darstellung, weil an diesem Tage die Intensität der Beleuchtungslampe ausreichte, um auch die grössten Ausschläge des Pendels aufzuzeichnen (s. Fig. 3). Zufällig fand ich in der „Nature" eine Notiz über ein Erdbeben in Tokio, welches zu gleicher Zeit beobachtet wurde und sich vor allen bis dahin beobachteten durch die Grösse und Langsamkeit der Schwingungen auszeichnete. Es schien mir sogleich wahrscheinlich, dass eine Bewegung dieser Art sich auf weitere Entfernungen übertragen müsse. Unter der Annahme, dass die Uebertragung auf der Erdoberfläche erfolgt, fand ich nun Folgendes. Die kürzeste Distanz zwischen Tokio und einem auf der Mitte zwischen Potsdam und Wilhelmshaven gelegenen Punkte ist 9000 km (die geradlinige Entfernung beträgt 8264 km). Für den Hauptstoss daselbst haben wir die Zeitangabe April 18, $2^h\ 7^m\ 41^s$ p. m. = April 17, $16^h\ 48^m.4$ M. Zt. Greenwich. Der Beginn der Störung auf den beiden Pendelcurven ist kein scharfer, dieselbe wird eingeleitet durch kleinere Schwingungen, welche aber an beiden Orten um etwa dieselbe Zeit plötzlich sehr beträchtlich zunehmen. In Potsdam ist dieser Moment besonders scharf markirt, die Amplitude der Schwingungen steigt plötzlich auf 154 mm und nimmt dann rasch wieder ab. Die Zeitmomente für das plötzliche Anwachsen der Störung sind $17^h\ 51^m$ und $17^h\ 54^m.3$ M. Zt. Greenwich, beziehentlich für Wilhelmshaven und Potsdam. Nehmen wir im Mittel $17^h\ 52^m.7$, so findet sich, dass die Erdbewegung $64^m.3$ gebraucht hat, um von Tokio zu uns zu gelangen und dass sie mit einer mittleren Geschwindigkeit von 2.334 km sich fortgepflanzt hat. Bei geradliniger Fortpflanzung durch den Erdkörper würde die Geschwindigkeit nur 2.142 km betragen. Diese Zahl ist etwas höher als die

aus Experimenten folgenden Geschwindigkeiten. Sie steht aber mit denselben nicht im Widerspruch, da sowohl die Beschaffenheit des Terrains als auch die Intensität der ursprünglichen Bewegung grosse Verschiedenheiten der Geschwindigkeit bedingen. Somit können wir sagen, dass in dem vorliegenden Fall die Annahme der Identität dem beobachteten Zeitunterschied gut entspricht.

Der zweite Fall, den wir betrachten wollen, ist das centralasiatische Erdbeben Juli 11—12 (s. Fig. 2). Nach einer Notiz von Marcuse in den „Astronomischen Nachrichten" wurde das Eintreffen der Erdbewegung am Niveau des Universaltransit auf der königlichen Sternwarte zu Berlin um $11^h\ 27^m$ M. Zt. = $10^h\ 33^m$ M. Zt. Greenwich bemerkt. Hiergegen geben meine Apparate übereinstimmend ein früheres und zwar absolut scharfes Eintreffen um $10^h\ 23^m.1$ in Potsdam und um $10^h\ 22^m.8$ M. Zt. Greenwich in Wilhelmshaven. In keinem anderen Falle lässt sich der Beginn einer Störung mit gleicher Sicherheit wie hier festlegen. Die einzige Notiz, die ich über Ort und Zeit des Erdbebens, abgesehen von den Zeitungsberichten, gefunden habe, ist die a. a. O. enthaltene, nämlich dass der Hauptstoss Juli 12. um $3^h\ 15^m$ a. m. in Wjernoje stattfand. Mittelst der geographischen Coordinaten dieses Ortes, die in den „A. N." mitgetheilt werden, finde ich die Distanz 4806 km, die Längendifferenz gegen Greenwich ist $5^h\ 7^m.6$ östlich, also fand der Hauptstoss Juli 11. $10^h\ 7^m.4$ statt. Hiernach wäre derselbe schon nach 16^m bei uns angelangt, woraus sich die jedenfalls unzulässige Fortpflanzungsgeschwindigkeit von nahezu 5 km pro Secunde ergiebt. Es bleibt daher, wenn die Zeitangabe aus Wjernoje genau sein sollte, nicht Anderes übrig, als anzunehmen, dass der Hauptstoss nicht den Anfang der Bewegung bildete. Da der Zusammenhang beider Erscheinungen in diesem Falle ausser Frage steht, so lässt sich berechnen, dass die dem Anfange der Störungen auf der Pendelcurve entsprechende Phase der Bewegung in Wjernoje etwa 20^m vor dem eigentlichen Erdstoss eintrat.

Ein ähnlicher Fall ist der folgende. Am 25. August 1889 fand im corinthischen Meerbusen ein heftiges Erdbeben statt. Ueber dasselbe findet sich eine nähere Mittheilung in Petermanns geogr. Mittheilungen Bd. 35, Nr. 12. Einer Nachricht aus Patras zufolge ereignete sich daselbst um $9^h\ 10^m$[1]) eine

[1]) Nach Prof. Kokides um $9^h\ 8^m$ Athen. Zt. = $7^h\ 28^m$ Gr. Zt. (Vergl. Astr. Nachr. 3086.) Ist diese Angabe richtig, so ändert sich die Schlussfolgerung dahin, dass die Entfernung von 1853 km in $6^m.5$ zurückgelegt wurde.

heftige Erderschütterung, welche 10^s—12^s andauerte. Diese Zeitangabe dürfte genau sein, da in dem Bericht auf die Angaben eines Seismographen Bezug genommen ist. Nach den Angaben der Karte ist die Lage von Patras $+38.^{\circ}23$ nördl. Breite und $21.^{\circ}78$ östl. von Greenwich, so dass der Erdstoss um $7^h\ 42.^m9$ Gr. Zt. erfolgte. Auf meinen Curven findet sich nun annähernd um diese Zeit eine Störung, deren Anfang ziemlich scharf markirt ist, und zwar sind die Zeiten für den Beginn der Störung

$7^h\ 37^m$ für Potsdam,
7 32 „ Wilhelmshaven.

Nehmen wir das Mittel dieser Angaben bezogen auf einen mittleren Punkt zwischen beiden Orten, so ergiebt sich, dass daselbst der Beginn der Erdbewegung $8\frac{1}{2}^m$ früher beobachtet worden ist, als der Hauptstoss in Patras wahrgenommen wurde. Die Entfernung zwischen beiden Orten beträgt 1853 km, welche unter der Voraussetzung einer Fortpflanzungsgeschwindigkeit von 2 km einer Zeitdifferenz von 15^m entsprechen würde. Auch in diesem Falle haben wir also, falls nicht das Zusammentreffen der Störung mit dem Erdbeben ein rein zufälliges ist, eine Verfrühung des Eintreffens der Bewegung gegen deren Hauptphase um $23\frac{1}{2}^m$. Ein zufälliger Beobachter am Horizontalpendel würde dasselbe also schon 8^m früher in Bewegung gesehen haben, als in einer Entfernung von 1853 km die Erdbewegung wahrgenommen wurde. Die beiden hier erwähnten Fälle liefern den Beweis, wie wichtig für die Ermittelung der Geschwindigkeit der Fortpflanzung die Verbindung der Beobachtungen zweier Horizontalpendel in genügender Entfernung von einander sein wird.[1]) Der Charakter der Störung ist an beiden Orten derartig, dass die ermittelten Zeit-

[1]) Auch die neueren Beobachtungen weisen verschiedene correspondirende Störungen auf. Es wurden solche z. B. aufgezeichnet

	in Strassburg (Beobachtungen im I. Vertical)	in Nikolajew (Beobachtungen im Meridian)
1892 April 12.	$16.^h1$	$16.^h5$
April 19.	7.0	7.2
	9.1	9^h—10^h
April 21.	$16.^h6$—$17.^h6$	$16.^h5$—$17.^h6$

Die Zeitangaben bedeuten M. Zt. Nikolajew.

Das grosse Erdbeben von San Francisco am 19. April 1892 scheint seine Erschütterungswellen bis nach Europa ausgebreitet zu haben, wenigstens verzeichnet die Strassburger Curve eine kleinere Störung bei $0.^h2$, während die Haupterschütterung gegen $2^h\ 45^m$ Morgens statt-

momente als zu derselben Phase der Bewegung gehörig mit Recht betrachtet werden können.

Als eine Eigenthümlichkeit der Störungen dieser Klasse muss noch hervorgehoben werden, dass dieselben häufig durch Momente der Ruhe unterbrochen sind. Besonders auffällig ist dies am Schlusse der grossen Störung Juli 11 in Wilhelmshaven, wo ein dreimaliges Anwachsen und Abnehmen der Pendelschwingungen stattfindet, welches auf eine entsprechende periodische Veränderung der Bewegung des Erdbodens hinweist. Ein ähnliches Verhalten zeigt die Curve September 18 in Wilhelmshaven.

Wir haben in die bisherige Betrachtung der Störungen der zweiten Art die Beobachtungen in Teneriffa noch nicht eingeschlossen, weil wir hier vorzugsweise einer anderen Klasse von Störungen begegnen. Während der viermonatlichen Beobachtungsperiode finden wir nur 8 Fälle von der eben beschriebenen Art, auch handelt es sich um Störungen von geringem Umfange. Dieselben fanden statt Januar 7, 13, 25, Februar 5, März 22, 26, April 4, 7. Ausser diesen Fällen enthält die Uebersicht der Beobachtungen noch eine grössere Anzahl ähnlicher Störungen (die dort mit dem Buchstaben *A* bezeichnet sind), welche sämmtlich in die Vormittagsstunden von 17^h—24^h fallen, und die wir aus sogleich hervorzuhebenden Gründen als auf anderer Ursache beruhend ausgeschieden haben.

In unserer Zusammenstellung finden wir 52 Tage, welche durch grössere oder geringere Unruhe in den Vormittagsstunden, d. h. um die Zeit der westlichen Elongation des Pendels, ausgezeichnet sind. Innerhalb derselben Zeitgrenzen liegen nun alle die daselbst durch *C* gekennzeichneten Störungen. Aus einzelnen Fällen, in denen sich die Details dieser Störungen mit grösserer Deutlichkeit unterscheiden lassen, ist zu entnehmen, dass es sich bei denselben um ein mehr oder minder gesetzmässiges Hin- und Herbewegen der Gleichgewichtslage des Pendels, nicht aber wie im obigen Falle um Schwingungen

gefunden hat. Der Längenunterschied ist $8^h\ 40^m$. Mit diesen allerdings noch wenig zuverlässigen Daten wird man auf eine Fortpflanzungsgeschwindigkeit von etwas über 3 km geführt.

Einige magnetische Beobachter sind der Ansicht, dass die auf den magnetischen Photogrammen zuweilen wahrgenommenen Erdbebenstörungen nicht durch die Erschütterung direct, sondern durch einen durch dieselbe hervorgerufenen Strom erzeugt werden. Das Horizontalpendel, welches frei von solchen Einflüssen ist, verzeichnet nur durch Erschütterung zahlreiche Störungen, welche auf den magnetischen Photogrammen nicht wahrzunehmen sind.

handelt. Diese Oscillationen des Pendels geschehen in sehr verschiedenen Zeitintervallen, welche indessen im Allgemeinen so kurz sind, dass bei dem langsamen Vorrücken der Walze (pro Stunde 11 mm) die Einzelheiten der Erscheinung nur sehr undeutlich sichtbar werden. Obgleich die Oscillationen sehr dicht zusammengedrängt sind, so lassen sich doch in mehreren Fällen mittelst der Lupe etwas eingehendere Studien an der Curve vornehmen.

Einen solchen Fall bietet die Störung am 5. Januar 1891. Hier erfolgen zu Anfang die Oscillationen so regelmässig, dass dieselben mit Hilfe der Lupe gezählt werden können. Von $6^h\,37^m.0$ bis $7^h\,14^m.8$ enthält die Curve 50 halbe Schwingungen, von $7^h\,14^m.8$ bis $7^h\,54^m.4$ weitere 53, nachher wird die Bewegung zu unregelmässig, um die Auflösung in Einzelschwingungen zu gestatten. Aus vorstehenden Zahlen folgt, und zwar übereinstimmend für beide Abschnitte, dass die Dauer einer halben Oscillation 45^s beträgt. Aus dem Weschsel der Amplituden ist deutlich zu ersehen, dass diese Wellen einem anderen System von Wellen von längerer Dauer superponirt sind. In diesem Falle aber lässt sich über letzteres nichts Näheres aussagen.

Dagegen haben wir April 7 ein ausserordentlich interessantes Beispiel von der Existenz dieser Wellen längerer Periode (s. Fig. 4). Auf einer Strecke von $1^h.65$ Länge sind dieselben mit grösster Deutlichkeit sichtbar, so dass die Curve ein sägenförmiges Aussehen erhält. Auf diesem Curvenstück lassen sich 26 halbe Oscillationen zählen, deren Anfang und Ende auf $19^h.81$ und $21^h.46$ fallen. Das Ende der 13. halben Oscillation liegt bei $20^h.53$. Aus diesen Angaben ist zu ersehen, dass die Schwingungen nicht völlig isochron vor sich gingen, indem die ersten 13 nur $0^h.72$, die letzten 13 $0^h.93$ erforderten. Im Mittel ist die Dauer der Oscillation $3^m.81$, die ganze Amplitude derselben beträgt im Maximum 0.5 Scalentheile $= 0''.07$. Von besonderem Interesse ist es, dass sich mit der Lupe auf dem System obiger Wellen andere Wellen als superponirt erkennen lassen. Dieselben sind derart zusammengedrängt, dass sich nur die ungefähre Zahl derselben bestimmen lässt. Es kommen nämlich auf jede ganze grössere Welle 5—6 kleinere Wellen, so dass die Dauer der letzteren fast genau mit derjenigen der Wellen im vorgenannten Falle übereinstimmt.

Diese Beobachtungen verleihen einer älteren Beobachtung aus Potsdam, auf welche ich früher Bezug genommen habe, besonderen Werth. Während

der Zeit, in der ich daselbst Versuche mit Glycerindämpfung vornahm, am 11. Februar 1889, wurde um 7^h p. m. eine sehr eigenthümliche Bewegung des Pendels wahrgenommen. Während der Nullpunkt sich stark bewegte und bei vollkommener Abwesenheit jeglicher Unruhe sind in der Curve von $8^h\ 44^m$ bis $10^h\ 40^m$ eine grosse Anzahl regelmässiger Wellen zu sehen. Diese Beobachtung fand statt bei einer sehr empfindlichen Stellung des Pendels (1 mm = 0.″01677). Die Dauer einer Oscillation betrug im Durchschnitt 9 m bei einer Amplitude von 0.″1. Die Verhältnisse sind also sehr ähnliche, wie in dem oben angeführten Falle in Teneriffa und wir dürfen sicher annehmen, dass in beiden Fällen eine Erdbewegung von überraschender Regelmässigkeit stattgefunden hat.

Unsere Beobachtungen in Teneriffa weisen noch mehrere Fälle auf, in denen der Unterschied gegen die früher betrachtete zweite Klasse der Störungen sehr deutlich wahrnehmbar ist, z. B. Februar 6, 18, März 16 u. a. Alle diese Störungen finden zwischen 17^h und 24^h statt, das Maximum derselben liegt zwischen 20^h und 21^h, d. h. es fällt genau mit der westlichen Elongation des Pendels zusammen. Nur in wenigen Fällen ist es möglich, wie oben einzelne Wellen zu zählen, wie z. B. März 19. Es ist nun wahrscheinlich, dass alle die oben angeführten 52 Fälle von Unruhe in den Tagesstunden nichts Anderes sind, als Störungen derselben Art von grösserer oder geringerer Intensität, zumal dieselben fast durchweg in denselben Zeitgrenzen eingeschlossen sind. Dasselbe ist der Fall mit einer Anzahl grösserer Störungen von der Form *A*, welche wir sonst zu der zweiten Klasse der Störungen rechnen müssten. Solche Fälle sind Januar 30, Februar 5, 13, 15, März 6. Februar 13 wurde zufällig der Anfang der Störung direct beobachtet, während der neue Bogen aufgelegt wurde. Nachdem dies geschehen war, wurde der Lichtpunkt in starken Schwingungen angetroffen, während derselbe sich vorher nicht merklich bewegte. Obwohl also in diesen Fällen die Form der Bewegung eine andere ist, so ist doch mit Rücksicht auf die Beschränkung derselben auf dieselben Tagesstunden ein innerer Zusammenhang mit den Störungen *C* wahrscheinlich. Noch ist zu bemerken, dass die Störungen der Klasse *A*, welche auf andere Tagesstunden fallen, durchweg nur unbedeutend sind. Wenn wir dieselben daher wie früher auf entfernte seismische Phänomene zurückführen, so dürfte vielleicht die Annahme ge-

stattet sein, dass die Erdbewegung bei ihrem Uebergange durch submarine Flächen eine Abschwächung erleidet. Es müsste sonst auffallen, dass in der viermonatlichen Beobachtungszeit mit Ausnahme der durch ihr Gebundensein an bestimmte Zeitgrenzen ihre lokale Entstehung verrathenden Störungen keine einzige von grösserem Belang vorkommt.

Ohne dass es möglich wäre, wegen der geringen Ausdehnung des Beobachtungsmaterials über diesen Punkt zu einem abschliessenden Urtheile zu gelangen, können wir es doch andererseits als feststehendes Resultat hinstellen, dass eine gewisse Phase der täglichen Bewegung des Pendels durch merkwürdige Erdbewegungen charakterisirt ist, wie sie bisher noch nicht zur Beobachtung gelangt sind. Es liegt wohl sehr nahe, als den Ausgangspunkt derselben das benachbarte grosse vulkanische Centrum zu betrachten. Konnte man etwa noch Zweifel hegen, dass die tägliche Bewegung des Pendels wirklich die Folge einer allgemeinen Erdbewegung sei, so scheint mir in der eben festgestellten Thatsache ein wichtiges Argument zu liegen. Wir finden, dass bei dem durch die periodische Bewegung des Erdbodens bedingten Wechsel der Spannung in demselben zu bestimmten Zeiten Erschütterungen stattfinden, zu deren Erzeugung vielleicht die Existenz innerer Kräfte nothwendig ist, wie wir sie in dem vorliegenden Falle anzunehmen berechtigt sind.

Der Uebergang, welchen wir bei den Beobachtungen in Teneriffa zwischen den Störungen der durch *A* und *C* charakterisirten Klassen wahrnehmen, beweist vielleicht, dass der Unterschied nur ein scheinbarer ist, indem bei sehr intensiven Bewegungen leicht der Fall eintreten kann, dass das Pendel in Schwingungen geräth. Ist dies einmal der Fall, so werden dieselben um so eher fortgesetzt werden, wenn zufällig die Oscillationen der Erdrinde mit denen des Pendels übereinstimmen und dem letzteren dadurch einen neuen Antrieb ertheilen.

Wenn wir die Gestaltung des Terrains in Orotava und die complicirte Zusammensetzung der Erdkruste daselbst erwägen, so ist das Vorkommen einer so regelmässigen Wellenbewegung, wie Januar 5 und April 7 in derselben jedenfalls sehr überraschend. Wenn wir für die mittlere Fortpflanzungsgeschwindigkeit solcher Erdbewegungen den jedenfalls nicht zu hoch gegriffenen Werth von 2 km setzen, so ist aus den durch die Curven ge-

gebenen Daten über Dauer und Amplitude der Wellen die entsprechende Hebung und Senkung des Terrains leicht zu berechnen. Für die grösseren Wellen 1891 April 7, finden wir auf diese Weise bei einer Zeitdauer der Welle von 7.62 Min. und einer Amplitude von 0.″0732 die (lineare) Länge derselben 914 km und den Unterschied zwischen Wellen-Berg und -Thal 51.6 mm. Die Beobachtung in Potsdam 1889 Februar 11 ergiebt bei 9 Min. Oscillationsdauer und 0.″1 Amplitude die entsprechenden Zahlen 1080 km und 83.4 mm. Für die kleineren Wellen, wie sie Januar 5 in Teneriffa beobachtet wurden, betrug die Periode $1^1/_2$ Min. und die Amplitude etwa 0.″15, woraus sich bei einer Wellenlänge von 180 km eine Niveaudifferenz von 20.5 mm ergiebt. Diesen Zahlen gegenüber möge hervorgehoben werden, dass halbtägige körperliche Gezeiten der Erde, deren Coefficient am Aequator 0.″01 wäre, ein Steigen und Sinken des mittleren Niveaus um 155 mm, im Ganzen also eine Niveaudifferenz von 310 mm erzeugen würden, d. h. nur das Vierfache der oben angeführten, sicher verbürgten Differenz.

Da übrigens nicht anzunehmen ist, dass unter den wenigen Fällen, in denen wir solche regelmässige Wellenbewegungen feststellen konnten, sich gerade die intensivsten Bewegungen dieser Art befunden haben sollten, so dürfen wir schliessen, dass die vermutheten körperlichen Gezeiten sehr nahe von der Ordnung dieser Wellenbewegungen sind, soweit es sich um die durch dieselben erzeugten Niveaudifferenzen handelt.

Die Verbindung der Beobachtung solcher Wellenbewegungen mit den auf demselben Wege leicht zu erhaltenden Bestimmungen der Fortpflanzungsgeschwindigkeit wird dazu führen, uns eine genauere Kenntniss der Elasticitätsverhältnisse der oberen Erdschichten zu geben. Es braucht kaum hervorgehoben zu werden, dass die Beobachtungen sich zu diesem Zwecke erheblich verfeinern lassen, indem sowohl dem Pendel eine grössere Empfindlichkeit, als auch der Walze eine raschere Rotation gegeben wird. Das Studium dieser Erscheinungen wird besonders in solchen Fällen erleichtert sein, in welchen man, wie in Orotava, das Eintreffen der Wellenbewegung innerhalb eines enger begrenzten Zeitintervalls erwarten kann.

Es bleibt uns noch eine eigenthümliche Form von Störungen zu erwähnen, die sich wiederum unter den Beobachtungen aller drei Orte vorfindet. Es sind dies gewisse plötzliche Ablenkungen des Lichtpunktes, deren Resultat

eine momentane Verschiebung des Nullpunktes ist. Die auffallendsten Fälle dieser Art sind folgende:

1) Potsdam, April 9. wandert um $6^h\ 36^m$ der Lichtpunkt plötzlich um $1.''7$ ($= 0.''34$) von Ost nach West. Diese Aenderung bleibt bestehen. Dass sie nicht momentan stattgefunden hat, geht daraus hervor, dass das Pendel nicht in Schwingungen gerathen ist, vielmehr continuirlich in die neue Ruhelage überging. (S. Fig. 5.)
2) Wilhelmshaven, Juli 11. 19^h und September 12. 6^h erleidet der Nullpunkt eine seitliche Ablenkung, welche aber bald wieder zurückgeht. Auf einer Barographencurve würde eine ähnliche Erscheinung durch den Vorübergang eines sehr tiefen, räumlich eng begrenzten Minimums erzeugt werden. Bei den bekannten Beziehungen, die in Wilhelmshaven zwischen Luftdruck und Nullpunkt des Pendels bestehen, würde man jene Ausschläge in der That durch eine Luftdruckwelle erklären können, in beiden Fällen ist der Sinn derselben derartig, dass sie einer plötzlichen Luftdruckverminderung entsprechen. Indessen sind mir barometrische Beobachtungen dieser Art nicht bekannt geworden. (S. Figg. 2 und 6.)
3) Wilhelmshaven, August 8. 23^h und September 24. $6\,^1/_2{}^h$ finden Nullpunktsveränderungen statt, welche nicht wie in den unter 2 aufgeführten Fällen zurückgehen, vielmehr dem erstgenannten Falle ähneln.
4) Orotava, Februar 2. bewegt sich der Nullpunkt in den durch vollkommene Ruhe ausgezeichneten Abendstunden plötzlich um den Betrag von $1.''2$ ($= 0.''17$) nach Ost, so dass die sonst ganz gerade verlaufende Curve zweimal gebrochen erscheint. In diesem Falle ist der Uebergang kein momentaner, sondern erfordert einige Zeit, nämlich von $9.^h3$ bis $10.^h6$. Der Verlauf der Curve nach Vollendung der Störung ist vollkommen dem früheren entsprechend.

Ausser den vorstehend aufgeführten Fällen ist eine grössere Zahl von solchen vorhanden, bei denen es sich um nur geringe Verschiebungen handelt. In allen diesen Fällen bietet der Verlauf der Basiscurve eine Controle für die Realität der Erscheinung. Dieselbe auf veränderte Spannung im Apparate

zurückzuführen, ist nicht möglich, da einerseits für eine solche kein Grund vorliegt, andererseits die Aenderung sich dann unter Schwingungen vollziehen müsste. Wenn wir daher die unter 2 aufgeführten Fälle ausschliessen, für welche sich vielleicht eine anderweitige Erklärung finden dürfte, so werden wir wohl nicht irre gehen, wenn wir als Grund für die Nullpunktsverschiebungen solche geringfügige geologische Vorgänge ansehen, aus denen sich im Laufe der Zeiten die grossen Veränderungen zusammensetzen. Denn so lange nicht sichere Anzeichen vorhanden sind, habe ich Bedenken getragen, die beobachteten Ablenkungen, so auffallend auch besonders die unter 1 und 4 angeführten Fälle sind, für wirkliche Lothstörungen zu halten.

Für die astronomische Beobachtung aber ist aus denselben, ebenso wie aus den überaus häufigen wellenförmigen Störungen in Wilhelmshaven, die Folgerung zu ziehen, dass die Aenderung der hauptsächlichsten Reductionselemente zuweilen nicht mit der vorausgesetzten Stetigkeit sich vollzieht. Ein auffälliges Beispiel ist das auf Taf. V, Fig. 1 reproducirte Curvenstück Juli 26—27.

Bei solchen feineren Beobachtungen daher, in welche Neigungen des Horizonts voll eingehen, dürfte es sich empfehlen, die Angaben des Niveaus durch die Aufzeichnungen eines Horizontalpendels zu controliren. Ist das letztere z. B. an den Fundamenten eines Pfeilers angebracht, so wird es diejenigen Schwankungen aufzeichnen, welche dem ganzen Pfeiler gemeinsam sind, während die Bewegung der Libelle vorzugsweise durch die Temperatureinflüsse in den oberen Theilen des Pfeilers bestimmt sein wird. Legt man nun die zu gewissen Zeiten gemachten Niveauablesungen zu Grunde und interpolirt zwischen denselben unter Berücksichtigung des Curvenzuges am Horizontalpendel, so wird man zuverlässigere Reductionswerthe, als durch die einfache Interpolation erhalten. Es ist möglich, dass es auf diesem Wege gelingen wird, die Uebereinstimmung mancher Beobachtungen entsprechend den jetzigen Ansprüchen an Genauigkeit zu verbessern.

Nachdem wir vorstehend den Störungen von kürzerer Dauer unsere Aufmerksamkeit geschenkt haben, bleibt uns zum Schlusse noch Einiges über die zu Anfang dieses Abschnittes gekennzeichnete seismische Unruhe zu sagen, die sich an vielen Tagen bemerkbar macht. Diese Erscheinung ist ausser in Italien besonders von dem japanischen Erdbebenforscher J. Milne beobachtet

und näher untersucht worden, wobei derselbe zu dem Ergebnisse gelangt ist, dass dieselbe sich in weitaus der Mehrzahl von Fällen durch das Auftreten starker Winde erklären lässt, sei es nun, dass dieselben am Orte der Beobachtung selbst oder in nicht zu weiter Ferne wehen. Im letzteren Falle erfolgt die Fortpflanzung der in der Erdoberfläche erzeugten Erschütterungen auf weite Entfernungen. Die betreffenden Schwingungen charakterisiren sich, wie es ihrer Entstehung entspricht, als transversale in Beziehung auf die Richtung der Lothlinie.

Aus den vorliegenden Beobachtungen ist, obwohl dieselben nicht sehr umfangreich und etwas lückenhaft sind, leicht zu erkennen, dass die obengenannte Schlussfolgerung Milne's auch hier ihre Geltung behält, dass nämlich die Stärke des Windes in einem unzweifelhaften Zusammenhange mit dem in Rede befindlichen Phänomen steht. Zunächst ergiebt die Gegenüberstellung der die Wilhelmshavener und Potsdamer Curven charakterisirenden Bemerkungen, dass das Verhalten derselben einander im Allgemeinen entspricht, d. h. wenn an dem einen Orte Ruhe vorhanden ist, herrschte sie in der Regel auch am anderen. Andererseits haben wir zahlreiche Tage, an denen die Uebereinstimmung eine weniger gute ist. Vergleichen wir nun die Tage, an denen besonders starke Bewegung stattgefunden hat, mit den Angaben über Wind, so erhalten wir besonders für Wilhelmshaven, wo die gemessenen mittleren Windgeschwindigkeiten einen genaueren Anhalt geben, als die blossen Schätzungen in Potsdam, das Resultat, dass bei plötzlichem Anwachsen der Windstärke fast ausnahmslos nach einiger Zeit mikroseismische Bewegung eintritt. Solche Fälle sind z. B. folgende:

März 7—9 herrschte Wind mit $v = 11^{m}$, ebenso März 13—14 mit $v = 12.5^{m}$, während 18—20 nur schwacher Wind ($v = 4.5^{m}$) wehte.

Für die vier Tage April 14—17 haben wir bezw. die Windgeschwindigkeit $v = 2.9^{m}$, 10.4^{m}, 9.3^{m}, 5.8^{m}. Dieselben erklären vollständig die beträchtliche, April 15 verzeichnete Unruhe. April 28—29 sind ruhige Tage mit $v = 4.5^{m}$, Mai 10—11 sind durch Unruhe charakterisirt, die allerdings nicht der grossen Windgeschwindigkeit 13.0^{m} entspricht. Mai 12, 13 sind ruhige Tage mit $v = 4.2^{m}$, 2.9^{m}, Mai 20 ist als sehr ruhig bezeichnet, $v = 3.9^{m}$, Juni 19 herrscht erhebliche Unruhe, trotzdem v nur 4.8^{m} beträgt.

Aehnliche Discordanzen finden sich wiederholt. August 19—20 haben wir wiederum zunehmende Unruhe, indem die Windgeschwindigkeit von 3.8^m bis 12^m wächst. Die folgenden, sehr ruhigen Tage haben mässige v (4.4^m bis 7.0^m). Weitere Fälle sind September 16—19 mit den $v = 3.5^m$, 2.6^m, 1.3^m, 8.3^m und September 25—26 mit $v = 13.9^m$, 12.8^m, September 30 $v = 2.1^m$.

Ein ähnliches Verhalten finden wir, wie schon gesagt, bei den Potsdamer Beobachtungen, wo beispielsweise die Tage April 15, Mai 23—24, Juli 18, 29, August 8, 21—22 durch grössere Windstärken (4—5), dagegen die Tage April 4—5, 13, Mai 12, Juni 24—25, Juli 12, August 19, 31 durch Windstille ausgezeichnet sind, während der Grad der mikroseismischen Unruhe den Windstärken ziemlich entspricht. Doch auch hier sind die Ausnahmen häufig und die beiden Phänomene entsprechen einander in ihrer Intensität nicht immer so nahe, wie in den oben bezeichneten Fällen. Es ist sehr leicht möglich, dass in den Ausnahmefällen sich herausstellen würde, dass in grösserer Entfernung Wind geherrscht hat. Eine nähere Untersuchung über diese Fragen habe ich unterlassen, da die oben angeführte Thatsache eines ursächlichen Zusammenhanges zwischen Windstärke und mikroseismischer Bewegung als feststehend betrachtet werden kann und es eines mehrjährigen Beobachtungsmaterials bedürfte, um dieselbe des Näheren zu begründen.

Auffallend wird es hiernach erscheinen, dass mikroseismische Unruhe in Teneriffa fast gar nicht auftritt, obwohl wir uns daselbst auf dem Abhange eines mächtigen Gebirges befinden, dessen Flanken ungeschützt den heftigen Winden preisgegeben sind. Es ist fast unmöglich, zu glauben, dass hieraus nicht eine Rückwirkung in demselben Sinne resultiren sollte, wie wir sie in dem flachen nördlichen Deutschland finden. Trotzdem finde ich, dass auch an Tagen, an welchen in dem niedrig gelegenen Puerto starker Wind herrschte, keine Spur von seismischer Unruhe vorhanden ist, wenn von den Fällen abgesehen wird, in denen dieselbe in den Vormittagsstunden auftritt. Um diese Zeit pflegt nur schwacher Wind zu wehen, während derselbe Nachmittags nicht selten zu grösserer Intensität anwächst.

Auch der Anprall der Brandung gegen die nahe Felsenküste, welcher bei der Heftigkeit derselben in seiner Wirkung einem starken Winde nicht nachstehen dürfte, ruft keine seismische Unruhe hervor. Verschiedene, durch

starke Brandung ausgezeichnete Tage sind in der Uebersicht ausdrücklich als „sehr ruhig" bezeichnet. Wenn daher nicht die Verschiedenheit der Bodenbeschaffenheit von Orotava und den beiden norddeutschen Beobachtungsstationen die Ursache ist, dass die Winde in beiden Fällen einen so ungleichen Einfluss auf den Zustand der Erdoberfläche ausüben, so wird vielleicht die Annahme zur Erklärung dienen können, dass die erzeugten Wellenbewegungen sich vornehmlich vertical zur Richtung des Gebirgskammes, bez. der Küste fortpflanzen. In diesem Falle nämlich würden dieselben auf das Pendel keinen Einfluss ausüben, da die betreffenden Richtungen in Orotava mit der Richtung Ost-West nahe übereinstimmen.[1])

[1]) Auf Tafel V ist in Fig. 8 ein Abschnitt einer Curve reproducirt, welche während des Druckes der vorliegenden Arbeit am 19. October 1892 in Strassburg mittelst des daselbst im I. Vertical functionirenden Horizontalpendels erhalten wurde. Die Erscheinung von regelmässigen Wellensystemen, wie sie auf Seite 176 flg. besprochen worden ist, gelangt daselbst in viel grösserem Umfange und in überraschender Deutlichkeit zum Ausdruck. Die Oscillationen beginnen kurz vor 2^h und lassen sich fast ohne Unterbrechung über einen Zeitraum von 15 Stunden verfolgen. Auch später und an manchen folgenden Tagen ist dieselbe Erscheinung zeitweise zu bemerken, aber da zu ihrer deutlichen Darstellung in der Curve die äusserste Schärfe des Lichtpunktes erforderlich ist, eine Bedingung, welche nicht immer gleichmässig erfüllt ist, so erscheinen diese feinen Einzelheiten meist verwaschen. Verschiedene Anzeichen aber lassen vermuthen, dass solche Wellensysteme nicht gerade selten sind, wenn sie auch nur in wenigen Fällen andauernd und mit so ausgeprägter Regelmässigkeit auftreten dürften wie in obigem Falle. Die Form der Wellen, deren ganze Amplitude 0.8 mm $= 0''.0425$ beträgt, beweist, dass der Uebergang aus der südlichen in die nördliche Lage sehr rasch erfolgt, während der zweite Theil der Oscillation fast die ganze Dauer derselben einnimmt. Die Dauer der Schwingungen ist veränderlich, wie man aus folgendem Täfelchen entnehmen kann, wo neben den mittelst der Lupe und Skala vorgenommenen Zeitablesungen die mittlere Zeitdauer angegeben ist.

Nummer der Oscillation	Ables.	T	Nummer der Oscillation	Ables.	T	Nummer der Oscillation	Ables.	T	Nummer der Oscillation	Ables.	T
	^{h}	^{m}		^{h}	^{m}		^{h}	^{m}		^{h}	^{m}
0	1.84		44	4.19		94	6.80		144	9.42	
		3.36			3.12			3.12			2.94
10	2.40		54	4.71		104	7.32		154	9.91	
		3.24			3.00			3.24			2.94
20	2.94		64	5.21		114	7.86		164	10.40	
		3.36			3.36			3.12			2.52
30	3.50		74	5.77		124	8.38		174	10.82	
		3.18			3.12			3.12			2.76
40	3.98		84	6.29		134	8.90		184	11.28	
		3.12			3.06			3.12			2.88
44	4.19		94	6.80		144	9.42		193	11.71	

October 20 sind Wellen von ähnlicher Dauer zu bemerken, nämlich zwischen $^h 3.38$ und $^h 4.13$ $^m 15$ Oscillationen zu je $^m 3.00$ und zwischen $^h 7.51$ und $^h 8.24$ weitere 15 Oscillationen zu je $^m 2.94$. Die Höhe dieser Erdwellen — denn nur solche können die Ursache der Oscillationen des Pendels sein — findet man in derselben Weise wie oben 17.7 mm (Berg—Thal).

VIII. Litteratur.

Dieser Abschnitt enthält eine Zusammenstellung von Abhandlungen und Berichten, welche zu den in der vorliegenden Arbeit berührten Fragen in Beziehung stehen.[1]) Die Quellenangaben sind zum Theil dem bekannten Werke von Houzeau entnommen. Soweit mir die Quellen zugänglich waren, ist der Inhalt derselben im Folgenden auszugsweise mitgetheilt worden.

A. Beobachtungen über Erd- und Pfeilerbewegungen an astronomischen Instrumenten.

1) S. J. de Silvabelle: Observations de quelques variations singulières dans l'instrument des passages. (Berlin, Mémoires de l'Acad. d. Sc. etc. 1782, 29a.)

— Eine bemerkte Veränderung der scheinbaren Lage der irdischen Gegenstände [in Marseille]. (Berl. Astr. Jahrb. 1785, 219.)

S. fand, dass die in der Ebene des Meridians liegenden irdischen Gegenstände Vormittags weiter nach Osten, Nachmittags weiter nach Westen zeigen. „Es hat das Ansehen, als wenn die Strahlen der Sonne die Ursache davon sind, denn diese Veränderung der Lage der irdischen Objecte wird unmerklicher, ja sie hört fast ganz auf, wenn die Witterung trübe ist. Ich habe seit 2 Jahren diese Erscheinung täglich bemerkt, es ist aber dazu ein sehr vollkommenes Fernrohr erforderlich. Unterdessen trägt diese scheinbare Ortsveränderung von Vormittag bis Nachmittag oftmals über 2 in Zeit oder über $1\frac{1}{2}'$ in Bogen aus." (Aus zwei Schreiben an Bernoulli.)

[1]) Die zahlreichen in das Gebiet der Seismologie gehörenden Schriften haben hierbei im Allgemeinen keine Berücksichtigung gefunden.

2) Di Cesaris: Sul movimento oscillatorio e periodico delle fabriche. (Effemeridi astronomiche di Milano 1813, 105; 1816, 13.)

Untersuchung der Oscillationen der astronomischen Instrumente auf der Sternwarte di Brera und Mittheilung von Beobachtungen des Conte Senatore Moscati auf seinem Thurme für astronomische und meteorologische Beobachtungen.

Die Beobachtungen des Bleilothes an dem sehr stabilen Mauerquadranten ergaben Veränderungen von einer täglichen Periode, die besonders gross waren bei Witterungsumschlägen.

Das Passageninstrument ergab zuerst bestimmte Resultate durch Beobachtung einer drei Meilen entfernten Mire, nämlich eine Bewegung des Azimuths von 5″ bis 6″ an klaren Wintertagen, von 30″ an klaren, heissen Sommertagen. An Tagen von sehr constanter Temperatur ist die Bewegung sehr gering, dagegen sehr gross an Tagen mit sehr veränderlicher Temperatur. Curven, die durch Nachtbeobachtungen der Mire und Sternbeobachtungen verificirt sind, ergaben: 1) eine deutliche jährliche Periode, Minimum 1. December, Maximum 1. Juli; 2) eine deutliche tägliche Curve, Maximum gegen Mittag.

Fortsetzung der Beobachtungen am Niveau des Reichenbach'schen Repetitionskreises. Die Ablesungen stimmten immer mit denen am Niveau des tiefer gelegenen Quadranten überein. Die Resultate dieser Beobachtungen sind:

1) Ausser der azimuthalen Bewegung ist eine tägliche Oscillation der Neigung zu erkennen;
2) sie ist abhängig von der Sonnenstrahlung auf das Gebäude;
3) bei beständig wolkigem Wetter hört sie auf und kehrt wieder bei heiterem Wetter;
4) die Neigung ist nach Norden gerichtet; sie beginnt Morgens, wird Mittags stationär, kehrt bis gegen Abend zurück und bleibt Nachts stationär;
5) die Oscillation (der Blase) wächst gegen Norden bei trübem, regnerischem, gegen Süden bei heiterem Wetter;
6) die mittlere Amplitude ist 2″;
7) die Variationen von Tag zu Tag sind im Allgemeinen klein und regelmässig, sie werden gross und unregelmässig bei stürmischem Wetter;
8) die Abweichungen des Quadranten, die aus den Niveaubeobachtungen folgen, sind bestätigt durch die astronomischen Beobachtungen;
9) die Libelle am Passageninstrument deutet ähnliche Oscillationen in der Richtung Ost-West an;
10) es ist möglich, dass der Stand des Grundwassers von Einfluss ist;

11) diese Bewegungen könnten in Zusammenhang stehen mit den im vorigen Jahrhundert beobachteten Pendelbewegungen (Calignon de Peirins, Gassendi u. A.).

Es folgen Beobachtungen 1814 November 20 bis 1815 Juli 31. (Mittags eine Ablesung), und 1815 März 1 bis Juli 29 (Morgens und Abends eine Ablesung).

3) Bessel: Bemerkung über Veränderlichkeit der Passagen-Instrumente. (Berl. Astr. Jahrb. 1818, 233; Abhandl. II., 19.)

Bessel bespricht die Parallaxe des Polarsternes und findet dieselbe unmerklich, während Piazzi einen grossen Werth fand. B. erklärt dies folgendermaassen. Piazzi und die Mailänder Astronomen fanden, dass das Meridianzeichen in den unverrückten Fernröhren täglich eine regelmässige Curve beschreibt und dass der Grund hiervon in der Erwärmung und Abkühlung der Mauern liegt. „Die Abhandlung, die diese merkwürdigen Resultate enthält, habe ich zwar selbst nicht gesehen und kenne daher die Curven nicht näher", wenn allein das Mittagsfernrohr in der Gegend des Poles um 6^h Abends in der grössten östlichen und 6^h Morgens in der grössten westlichen Digression von der mittleren Position wäre (übereinstimmend mit Silvabelle), so würden sich die von Piazzi beobachteten Abweichungen erklären.

4) Bianchi: Sopra i piccoli moti apparenti osservati nel muri e nelle macchine della specola di Modena. (Modena, Memorie di matematica e di fisica della Società Italiana delle scienze residente á Modena XXI, 1837, 246.)

5) Bernardi: Interno agl' intimi movimenti osservati nei muri dell' osservatorio di Modena. (Crelle's Journal XXX, 1846, 341.)

Der Einfluss der Wärme auf die Mauern astronomischer Observatorien ist erwiesen durch

1) die Beobachtungen von Cesaris in Mailand;
2) die Beobachtungen von Moscati auf dem Thurme di St. Alessandro (Mem. della Soc. Ital.);
3) Broschi in Neapel.

Die Beobachtungen in Modena geschahen an drei Libellen in 38 m Höhe über dem Erdboden; Nr. I befand sich am Passageninstrument, II und III am Meridiankreise, und zwar II in der Richtung NS. an der Alhidade, III an der Wand, OW. gerichtet. Eine beständige (jährliche?) Bewegung NS. oder SN. zeigen die Niveaus I und II, während III meist in Ruhe ist. Dagegen zeigen alle drei periodische Oscillationen.

6) Piazzi Smyth: On the properties of rock as a foundation for the piers of meridian instruments with an account of the detection of a hitherto unsuspected cause of error in the Edinburgh transit. (Monthly Notices VII, 1847, 295, und Sidereal Messenger II, 1848, 15.)

Die Vortheile felsigen Untergrundes gegenüber solchem von geringerer Festigkeit werden hervorgehoben. Der Nachtheil desselben besteht darin, dass Erschütterungen leichter übertragen werden. Diese aber sind für Meridianbeobachtungen weniger von Belang, so lange nicht Veränderungen in den Fundamenten dadurch eintreten. Bedenklich sind die Einflüsse der uncontrolirbaren Feuchtigkeit des Bodens. Die Sternwarte in Edinburgh steht auf einem Porphyrfelsen. 300′ entfernt und 100′ tiefer liegt eine der Hauptstrassen und 500′ entfernt und 300′ tiefer führt die Eisenbahn vorbei. Trotzdem zeigen die Beobachtungen keinerlei Störungen. Henderson fand eine so regelmässige jährliche Periode der Neigung von $0.^{s}2$ bis $0.^{s}3$, dass er aus der Angabe des Thermometers die muthmaassliche Neigung ohne Weiteres ableiten konnte. Aber auch die Azimuthe zeigten eigenthümliche Veränderungen von $0.^{s}3$ im Tage und 1^{s} im Jahre. Die Curven zeigen keine Uebereinstimmung mit denen der in Edinburgh gemessenen Erdtemperaturen. P. S. vermuthet deshalb, dass eine mangelhafte Construction der Lager die Ursache der Aenderungen sei.

7) — On changes in the position of a transit instrument attributed to the temperature of the earth. (British Association Report, 1847, II, 37.)

Mallet hat der Geological Society of Dublin (Journal Nr. 2, pag. 184, 1846) mitgetheilt, dass Sir W. Hamilton gewisse Niveauveränderungen an seinem Transit bemerkte, und Dr. Robinson (Phil. Mag., Aug. 1826) hat für das Armagh Observatory ebenso Niveau- und Azimuthvariationen gefunden, die offenbar von der Erdtemperatur abhängen. P. S. hat in Edinburgh Beobachtungen angestellt und mit den Angaben des Erdthermometers verglichen. Obwohl er in Azimuth und Neigung eine deutliche jährliche Periode findet (das Westende der Axe steigt und weicht nach Norden ab im Sommer), so glaubt er doch, dass hieran nur die mangelhafte Construction der Axencorrection und der Einfluss der äusseren Temperatur auf letztere schuld seien.

8) Mauvais: Note sur une périodicité annuelle observée dans les collimations du cercle mural de Fortin à l'Observatoire. (C. R. XXXV, 1852, 77; Astr. Nachr. XXXV, 1853, 57.)

Die „Collimation au pôle" zeigt eine jährliche Periode (Maximum Mitte des Winters, Minimum etwas später, als das Sommersolstiz). Vermuthlich liegen veränderliche Ursachen von langer Periode, wie die Temperatur, zu Grunde.

9) Robinson: On the effects produced by the vicinity of the railroad on the Observatory at Armagh. (Dublin, Proceedings of the Irish Academy V, 1853, 287.)

10) Liouville: Note sur la variation annuelle de l'inclinaison de l'axe de rotation de la lunette méridienne de Gambey. (Journ. de Math. XIX, 1854, 409; C. R. XI, 1855, 254.)

11) Moesta: Sur les variations d'azimuth de l'instrument méridien de Santiago et sa cause probable dans les mouvements du rocher frappé par le soleil. (Astron. Journ. IV, 1856, 134.)

Bei der Reduction von AR.-Beobachtungen von β Hydri (1854 Jan. 16 bis 1854 Juni 6) ergeben sich systematische Differenzen zwischen Sommer- und Winterbeobachtungen (Minimum im Februar, Maximum im Juni). Dies ist nur zu erklären, indem man annimmt, dass das Azimuth, welches aus diesem Stern folgte, immer Nachts mehr östlich (?) war, als am Tage. Diese Differenz steigt am Tage bis auf $6''.8$. Im Februar ist nun der Unterschied der zu zwei aufeinanderfolgenden Culminationen (2^h bis 3^h Mittags und Nachts) gehörenden Temperaturen am grössten. Bei der Lage der Sternwarte auf einem 60 m hohen Porphyrhügel dürfte der Einfluss der Sonnenstrahlen genügen, um eine tägliche Oscillation von dieser Grösse zu verursachen.

12) Gilliss: Confirmation des vues de Moesta sur la cause des variations d'azimuth de l'instrument méridien de Santiago. (Astr. Journ. IV, 1856, 136).

G. hat durch Bestimmung der Instrumentalfehler vor und nach den Zonenbeobachtungen ($4^1/_2{}^h$ bis 6^h Intervall) ebenfalls Azimuthaländerungen gefunden, und zwar im Mittel

$-0^s.020$ im Juni bis August (Wintermonate),
-0.047 „ September bis October,
-0.078 „ November bis März (Sommermonate),
-0.062 „ April, Mai.

Diese Zahlen entsprechen der Deutung Moesta's.

Ferner bemerkte G. eine permanente Hebung des Ostpfeilers um 1′ 34″ in 2½ Jahren. Die Bewegung beträgt ziemlich gleichmässig 5½″ pro Monat im Frühling, Sommer und Herbst, ist dagegen im Winter ziemlich stationär. Der Hügel von Santa Lucia scheint sich nach Westen zu neigen. (Vol. I des Berichts der U. S. Astronomical Expedition to the Southern Hemisphere enthält ähnliche Angaben.)

13) Bond: Disturbance of the horizontality of the axis of the great equatorial at Cambridge. (Boston, Proc. of the Amer. Acad. of arts and sciences VII, 1857, 194.)

14) Hirsch: Sur des mouvements observés dans les piliers de la lunette méridienne de Greenwich. (Neuchâtel, Bull. de la Soc. des sc. nat. VIII, 1870, 171.)

15) Weiss: Ueber sprungweise Aenderungen in einzelnen Reductionselementen eines Instruments. (Wien, Sitzungsberichte der kais. Acad. d. W. LXIV, 1871, 77.)

Es werden von Bessel, Struve, Kaiser und Weiss beobachtete Fälle angeführt, in denen gewisse Reductionselemente, die wenig veränderlich zu sein pflegen (Collimationsfehler u. s. w.), in kurzer Zeit sehr rasche Veränderungen erleiden. W. schliesst, dass die in Betracht kommenden Theile der Instrumente zwei Ruhelagen besitzen und dass der Uebergang aus der einen in die andere stattfindet.

16) Fergola: Sopra talune oscillacioni diurne degli instrumenti astronomici e sopra una probabile causa della loro apparenza. (Neapel, Rendiconti etc. dell' Acad. delle science X, 1871, 166.)

17) Rockwood: The daily motion of a bricktower caused by solar heat. (American Journ. of science and art II, 1871, 177.)

18) Plummer: On the supposed influence of a mass of brickwork upon the errors of a transit instrument in its neighbourhood. (Monthl. Not. XXXVIII, 1878, 368.)

P. theilt eine Reihe von Azimuthen und Neigungen seines 50′ über dem Boden aufgestellten Transit-Instrumentes (1875—1876) mit, welche eine stark ausgesprochene Periode zeigen, deren Maximum und Minimum nahe mit denen der Temperaturperiode zusammenfallen. 14′ östlich vom Instrument befinden sich das massive Fundament und der Pfeiler eines Refractors. P. schliesst, dass die Wärmestrahlung des letzteren einen Einfluss auf das Transit ausübt.

19) Pinnington: Motions in the levels of transit instruments. (The english mechanic and mirror of Science and art XXVII, 1878, 118.)

20) Mouchez: Recherches sur la stabilité du sol et de la verticale de l'Observatoire de Paris. (C. R. 1878, II, 665.)

Man hat die Vermuthung ausgesprochen, dass die Verticallinie Veränderungen erleide. Bisher ist nur eine gewisse Bewegung des Bodens erkannt worden, da diese aber hauptsächlich in verticaler Richtung vor sich zu gehen scheint, so ist sie nur für Geologen und Geodäten von Interesse. Es ist trotzdem nöthig, diesem Gegenstande nachzuspüren, auch wenn, wie anzunehmen, die etwaigen Variationen der Lothlinie nur klein sind.

Bei der Aufstellung des neuen Meridiankreises (Eichens) ist Herr Wolf beauftragt worden, mit einem besonderen Instrumente die Bewegungen des Bodens zu erforschen. Er ist mit der Herstellung eines kleinen, sehr empfindlichen Apparates beschäftigt.

1856 ist eine Untersuchung der Neigung am Gambey'schen Fernrohre unternommen worden, welche keine Bewegung des Bodens ergeben hat. Andererseits hat Gaillot die Breitenbestimmungen untersucht (s. u.).

21) Gaillot: Sur la direction de la verticale à l'observatoire de Paris. (C. R. 1878, II, 684.)

Beobachtungen am Cercle de Gambey 1856—1861 (10 Beobachter, 1077 Beobachtungen):

1) Eine fortschreitende Bewegung ist nicht zu erkennen.
2) Eine jährliche periodische Veränderung ergiebt sich mit ziemlicher Sicherheit.

$$\delta\lambda = +0''.20 \sin\left(\frac{360}{365.25}(t - 95^t)\right) \quad \left[t = 0 \text{ für } 1. \text{ Jan.}\right].$$

Es wird angenommen, dass diese Periode sich durch Aenderungen der Constanten der Refraction und Biegung in Folge der Temperatur erklärt.

3) In Beziehung auf eine tägliche Periode ergiebt die Vergleichung von Tag- und Nachtbeobachtungen ein negatives Resultat.
4) Die stärksten Abweichungen vom Mittel $-3''.17$ und $+2''.48$ werden als zufällige durch die Unsicherheit der Nadirbeobachtungen bedingte Fehler hingestellt. Im Ganzen wird geschlossen, dass die Verticale weder Veränderungen fortschreitender, noch periodischer, noch auch zufälliger Natur unterworfen ist.

22) **Foerster**: Ueber die Bewegungen der die Hauptinstrumente der Berliner Sternwarte tragenden Grundpfeiler und eine bei diesen Bewegungen hervortretende nahezu elfjährige Periode. I. (Astr. Nachr. 2545.)

Die Bewegungen der Hauptpfeiler werden aufgefasst als drehende Bewegungen um drei Axen, die bez. vertical, NS. und OW. gerichtet sind. 40 000 seit 42 Jahren angestellte Beobachtungen haben ergeben, dass fortschreitende Drehungen nur in äusserst geringem Maasse nachzuweisen sind. Auch besteht wahrscheinlich kein Zusammenhang mit den Hebungen und Senkungen des Bodens etwa in Folge von Aenderungen des Grundwasserstandes.

Der westliche Hauptpfeiler (30 qm Fläche, 8 m Höhe) bietet das meiste Material und ergiebt folgende Resultate:

1) Die von 1839—1881 beobachteten Drehungsbewegungen lassen weder fortschreitende noch periodische Abhängigkeit vom Grundwasserstande erkennen.
2) Die als besondere Bewegung des Grundpfeilers zu trennenden Drehungsbewegungen lassen eine jährliche und eine elfjährige Periode erkennen, deren Wendepunkte denen der jährlichen Temperaturperiode und der Sonnenfleckenhäufigkeit mit einer gewissen Verschiebung entsprechen.
3) Auch die jährliche Bewegung ist grösser zur Zeit der Sonnenfleckenmaxima, daher um diese Zeit wahrscheinlich gesteigerte Strahlung.
4) Die Ursachen der Bewegung sind hiernach wahrscheinlich ausschliesslich Temperaturverschiedenheiten im Innern des Pfeilers. Die Amplituden der elfjährigen Periode erreichen 14″.

23) **Henry**: On the annual variation of the level and azimuthal errors of the Greenwich and Cambridge Transit Instruments. (Monthly Notices Vol. VIII, 134.)

1) In den „level errors“ der beiden Meridianinstrumente in Greenwich und Cambridge findet H. eine jährliche Periode. Der Westpfeiler befindet sich (relativ zum Ostpfeiler) höher im Frühjahre und niedriger im Herbste. Maximum und Minimum liegen im März und September. Da die Greenwicher und wahrscheinlich auch die Cambridger Lagercorrectionen seit 11 Jahren nicht berührt wurden, so geben die beiden Reihen für Greenwich 1836—1845 und für Cambridge 1833—1842 ein sehr gutes Bild dieser Bewegung, deren Amplitude beziehentlich 2.″55 und 2.″48 beträgt. In den Niveaus dürfte die Ursache nicht liegen.

2) Die Azimuthalfehler ergeben ebenfalls eine Jahresperiode, der zufolge das Westende (relativ zum Ostende) der Axe im Frühjahre weiter nach Süden zeigte, als im Herbste. Dies folgt aus den Beobachtungen Greenwich 1841—1845 und

Cambridge 1836—1842, die Amplituden der Bewegung sind 1.″80 und 2.″21. Das Zeichen der Bewegung ist in allen Jahren das gleiche.

„Aus Vorstehendem geht ziemlich sicher hervor, dass das westliche Lager der Meridianinstrumente in Greenwich und Cambridge zur Zeit des Frühjahrsäquinoctiums um etwa 2.″5 höher ist, als zur Zeit des Herbstäquinoctiums, und ferner, dass dasselbe um die erstere Epoche um etwa 2″ mehr nach Süden gerichtet ist, als um die letztere."

24) Ellis: On the Periodical variations of level and azimuth of the transit circle of the Royal Observatory, Greenwich. (Mem. of the Royal Astr. Society 1859, 29, 45.)

Es ist bekannt, dass die Orientirung astronomischer Instrumente kleinen, zum Theil unregelmässigen Fluctuationen unterworfen ist, in denen zwar von der Temperatur der Fundamente abhängige periodische Variationen zu bemerken sind, indessen doch der unregelmässige Charakter überwiegt und gerade bei besonders fest construirten Instrumenten, wie dem Meridiankreise von Greenwich, hervortritt.

Untersuchung der Bewegung des Kreises von 1851—1858.

1) Level error. Dieser wird durch Reflexion am Quecksilberhorizont jeden Abend bestimmt. Angegeben sind die Monatsmittel und die entsprechenden Temperaturen für die 8 Jahre. Im Mittel aus diesen achtjährigen Beobachtungen, welche eine stark fortschreitende Bewegung erkennen lassen, ergiebt sich eine jährliche, mit der Temperaturcurve gut übereinstimmende Curve, deren Maxima und Minima gegen diejenigen der Temperatur verfrüht erscheinen. Der Ostpfeiler scheint mit steigender Temperatur sich relativ gegen den Westpfeiler zu heben. Die fortschreitende Bewegung besteht in einem relativen Sinken des Ostpfeilers im Betrage von 6.″85 in 7 Jahren, so dass der jährliche Betrag nahe 1″ ist. Von Tag zu Tag sind Veränderungen vorhanden, die den stärkeren Temperaturschwankungen der Atmosphäre sich anschliessen. Es scheint, dass eine Aenderung von 10° F. in der mittleren Tagestemperatur, wenn dieselbe $< 50°$ ca. 1.″00, wenn sie $> 50°$ ca. 1.″50 Steigen des Ostpfeilers zur Folge hat. Ist L_1 der mittlere Werth des Fehlers für eine Epoche und n die Zahl der seitdem verflossenen Jahre, so ist

$$L = L_1 + 1.''00\, n - 0.''10\, t \text{ für November bis April,}$$
$$L = L_1 + 1.00\, n - 0.15\, t \text{ für Mai bis October.}$$

Diese Formeln geben sehr gute Uebereinstimmung. Aus den Angaben der Erdthermometer ergeben sich folgende Epochen der Maxima und Minima.

Tiefe	3′	6′	12′	24′
Minimum	folgen kurz auf Minimum und Maximum der Lufttemperatur.		Ende März Anf. April	Ende Mai Anf. Juni
Maximum			Ende Sept.	Ende Nov.

2) Die Azimuthalfehler des Meridiankreises und des Nordcollimators zeigen eine jährliche Periode, die sich der Temperaturcurve gut anschliesst und bei der die Amplitude am Meridiankreise ungefähr doppelt so gross ist, wie diejenige am Collimator. Dagegen ist bei den kleineren Variationen des Azimuths keine solche Uebereinstimmung, wie beim Niveaufehler vorhanden.

„Allgemein scheint bei der Betrachtung der Ergebnisse die Temperatur die grosse störende Ursache zu sein, welche mehr oder weniger mit allen periodischen Veränderungen zusammenzuhängen scheint."

Die Untersuchung von Henry über den Throughton'schen Kreis liefert nahezu entgegengesetzte Resultate. Da die Azimuthbewegung hier am Meridiankreise und Collimator übereinstimmt, so möchte man eine Bewegung des Bodens vermuthen, wenn nicht der benachbarte Kreis ein so anderes Verhalten zeigte.

25) Russel: Local Variations and vibrations of the Earths surface. (Roy. Soc. of N. S. W. 1885. Juli 1.)

Die Beobachtungen am alten unvollkommenen Meridiankreis in Sydney hatten auf die Vermuthung der Existenz einer jährlichen Periode übereinstimmend mit Greenwich und Cambridge geführt. Dieselbe wurde auf die Lage des Observatoriums auf dem Gipfel eines nach N. und W. steil abfallenden Sandsteinhügels zurückgeführt, dessen N.- und W.-Seite lange unter dem Einflusse der Sonnenstrahlung stehen. Das neue Instrument ruht auf einem mächtigen Pfeiler, der unmittelbar auf dem Sandstein aufliegt. In der Neigung der Axe ist eine deutliche jährliche Periode mit einer sehr regelmässigen Amplitude von ca. 10″ vorhanden, und zwar erreicht der Ostpfeiler im Juni seine grösste Höhe. Durch Vereinigung des Maximums und Minimums eines jeden Jahres zu einem Mittel werden folgende Neigungen gefunden:

1877	10.″5	1880	14.″5	1883	13.″5
1878	10.3	1881	15.0	1884	13.0
1879	13.0	1882	14.0	1885	10.2.

Diese Zahlen bedeuten, dass das W.-Ende der Axe höher war, als das O.-Ende. Ersteres hat sich also von 1877—1881 relativ gehoben und in den folgenden Jahren wieder gesenkt. An der Westseite des Hügels gingen in dieser Zeit Erdarbeiten vor sich; es wurden 5000 Tonnen Sandstein abgestochen, die dadurch hervorgerufene Entlastung würde aber im Gegentheile eine Hebung der Schichten verursachen.

Das Azimuth hat sich seit der Aufstellung des Instrumentes fortschreitend verändert. Der Betrag der Drehung war in den zwei ersten Jahren 5″, in den vier letzten 3″ jährlich, voraussichtlich wird bald wie bei der Neigung eine Umkehr erfolgen. Das Instrument besitzt keine Correctionen für Neigung und Azimuth.

Eine genauere Betrachtung der localen Verhältnisse, sowie die Angaben der Erdthermometer lassen es als sehr unwahrscheinlich erscheinen, dass die hervorgehobenen Veränderungen durch Erwärmung des Pfeilers verursacht werden sollten.

26) Hirsch: Sur les mouvements du sol constatés à l'Observatoire de Neuchâtel. (Bull. d. l. Soc. d. Sc. nat. XIII. Neuchâtel, 1883.)

Schon im Jahre 1868 hat H. die Thatsache festgestellt, dass der Untergrund des Observatoriums in Neuchatel regelmässigen periodischen und fortschreitenden Veränderungen unterworfen ist. Die neue Untersuchung erstreckt sich über 23 Jahre und beruht auf mehr als 6000 Positionsbestimmungen der Meridiankreisachse. Die azimuthale Bewegung der Achse besteht in einer Drehung von links nach rechts (OSW) während der Sommermonate (März—August), von rechts nach links während der Wintermonate. Die ganze Amplitude dieser jährlichen Bewegung beträgt 78″ und erweist sich als sehr constant. Eine in ca. 100 m Entfernung befindliche Mire nimmt in der Hauptsache an der azimuthalen Bewegung Theil. Die Neigungsänderung ist fortschreitender Art und ergiebt eine Senkung des Westendes relativ zum Ostende im Betrage von durchschnittlich 24″ jährlich, welche sich im Laufe von 23 Jahren bis auf 9′ 10″ summirt hat. Die periodische Bewegung erklärt sich wahrscheinlich durch den Einfluss der Temperatur. In der fortschreitenden Bewegung glaubte H. deutlich den Einfluss der Sonnenfleckenperiode zu erkennen, eine Schlussfolgerung, welche, wenn sie sich allein auf die der Abhandlung beigegebenen Curven gründet, kaum gerechtfertigt erscheint.

B. Beobachtungen etc., welche die Störungen der Verticallinie und der Intensität der Schwere betreffen.

27) Montigny: Oscillations elliptiques du pendule en repos. (Cosmos 1855, 13.)

In einem Briefe an den Abbé Moigno wollte M. eigentlich einen Apparat beschreiben, an dem man die kleinen elliptischen Schwingungen eines ruhenden Pendels während 24^h beobachten könne. Diese Schwingungen seien indessen bereits von Panisetti beobachtet. Der Apparat bestehe aus einem 1 m langen Pendel, das in einem Schachte aufgestellt werde. Der entfernt stehende Beobachter gewahre die Ablenkungen in einer Grösse, als ob dieselben von einem Pendel von der doppelten Länge seiner Entfernung vom benutzten herrührten. Die Ursachen dieser Bewegungen seien die störende Anziehung von Sonne und Mond, die veränderliche partielle Centrifugalkraft der fortschreitenden Bewegung der Erde (!) und vielleicht eine Ebbe und Fluth des glühend-flüssigen Erdinnern. d'Abbadie's Beobachtungen seien wohl ähnlich zu erklären. (Fortschr. d. Physik XII, 1856.)

28) Panisetti: Expériences sur les oscillations du pendule immobile. (Cosmos 1855, 701, und 1856, 503.)

P. hat Pendel von 1 m, 4 m, 9 m, 16 m Länge benutzt, welche in 5^m 297, 148, 103, 75 Schwingungen von $\frac{7}{200}$, $\frac{29}{200}$, $\frac{65}{200}$, $\frac{116}{200}$ mm Amplitude ausführten. Dies Factum sei unzählige Male unter den verschiedensten Umständen beobachtet worden. Es scheinen einfach Erschütterungen und gesetzmässige Schwingungen vorzuliegen. (Fortschr. d. Physik 1856, 116.)

29) Porro: Oscillations diurnes du pendule. (Cosmos 1855, 578.)

Vorschlag zur Beobachtung derselben durch ein Pendel.

30) de Bruno: Oscillations elliptiques du pendule immobile. (Cosmos 1855, 701.)

31) Arthur: (Cosmos 1857, 638—639.)

A. kommt noch einmal auf die Beobachtungen Panisetti's zurück.

32) d'Abbadie: Sur les mouvements du sol. (Comptes rendues, 34, 1852, 712.)

33) — Sur les mouvements du sol. (Cosmos 1855, 700.)

34) — Sur les variations dans l'intensité de la gravité terrestre. (C. R. 52, 1861, 911.)

Notiz über Schwingungen metallischer Lamellen.

35) — Direction de la pesanteur. (C. R. 61, 1865, 838.)

Beobachtungen an Quecksilberhorizonten in verschiedenen Tiefen, die aber resultatlos verliefen.

36) — Etudes sur la verticale. (Bulletin de l'Association scientifique de France, XIII, 1874, 162.)

37) — Sur les variations de la verticale. (C. R. 89, 1879, 1016.)

d'A. hat bei seinen Beobachtungen an Niveaus und mittelst der Nadirane (s. u.) nie so starke Veränderungen gefunden wie Plantamour. Vorschlag zur Anwendung automatischer Registrirung, wie sie Bouquet de la Grye anwandte, der damit zeigte, dass auch auf der südlichen Hemisphäre ähnliche Variationen der Vertikale stattfinden.

38) — Recherches sur la verticale. (Annales de la Soc. scient. de Bruxelles, V, 1881.)

Diese Arbeit enthält einen Ueberblick der Studien d'A.'s. auf diesem Gebiete. Die Beobachtungen begannen mittelst Wasserlibellen 1837 in Olinda in Südamerika, wurden später in Gondar und Saqua in Aethiopien und nach 1850 in Frankreich mit Hilfe Repsold'scher Niveaus fortgesetzt. Die Erfahrungen, die bei diesen Beobachtungen gemacht wurden, dienten dazu, das Vertrauen in die Angaben der Niveaus zu erschüttern, da häufig benachbarte, auf demselben Funda-

mente befestigte Niveaus entgegengesetzte Bewegungen anzeigten. Aus diesem Grunde stellte d'A. im Jahre 1852 auf seiner Besitzung Abbadia bei Hendaye (Dép. Basses-Pyrénées) den unter dem Namen „Nadirane" bekannt gewordenen Apparat her. In einer Seehöhe von 72 m und 400 m von der Küste entfernt wurde ein 10 m tiefer, senkrechter Schacht in den Fels getrieben. Da derselbe sich aber bald mit Wasser füllte, so wurde in der Nähe ein 8 m hoher, kegelförmiger Steinbau errichtet, dessen Axe einen senkrechten Schacht enthält. Derselbe ist über 2 m in den Boden hinein verlängert und die Umgegend drainirt. Am Boden des Schachtes befindet sich ein Quecksilberhorizont, darüber eine achromatische Linse von 10 m Brennweite, und in der Oeffnung des Conus am Gipfel desselben ein Fadenkreuz, welches zugleich mit seinem reflectirten Bilde durch ein Mikroskop beobachtet wird. Der Schätzung nach betrug der Fehler der Ablesungen bei dieser Einrichtung höchstens 0.″2. 5 Jahre wurde gewartet, ehe die Beobachtungen ihren Anfang nahmen. Dieselben ergaben, dass die Verticallinie in einem Jahre bis zu 4.″5 Aenderungen ihrer Richtung erfährt. Nachdem die Beobachtungen bis 1872 fortgesetzt waren, wurden einige Aenderungen vorgenommen, der Conus um 2 m erhöht und dementsprechend Linse und Mikrometer durch andere ersetzt. Vor allem wurde für bessere Bedachung gesorgt, sowie dafür, dass alle erforderlichen Operationen, vor Allem das Einlassen des Quecksilbers, von oben her durch den Beobachter geschehen konnten. Vier Jahre nach Beendigung dieser Arbeiten wurden 1879 die Beobachtungen von Neuem aufgenommen. Es wurden beobachtet die Abstände der Fäden und ihrer Bilder im Sinne des Meridians, des I. Verticals und des zwischenliegenden Azimuths Nord-West zu Süd-Ost, Luftdruck und Temperatur, Wind, der Zustand des Bildes und der des Himmels und der Brandung. Der Zustand des Bildes ist sehr wechselnd, zeitweise klar, zuweilen fast verschwindend. Häufig wurde ein eigenthümliches Zittern desselben, verbunden mit Sprüngen von 0.″65 beobachtet.

Die Beobachtungen im Azimuth NW. zu SO. wurden zu einer Untersuchung über die Anziehung der Fluthwelle im Biscaischen Meerbusen verwendet. Von 359 zu je einem Gezeitenwechsel gehörigen Beobachtungen waren 243 der Theorie entsprechend und ergaben eine mittlere Ablenkung der Lothrichtung um 0.″09 gegen NW. Von den 116 übrigen Beobachtungen ergaben 57 statt der Anziehung eine Abstossung. Spätere Beobachtungen aus 1880 lieferten ein ähnliches Resultat, so dass man die Existenz anderer störender Kräfte annehmen muss, welche der Anziehung der Fluth entgegenwirken.

d'A. ist der Ansicht, dass die Temperatur nicht die Ursache dieser Bewegungen sein kann, denn es gehen Aenderungen bis zu 2.″4 im Zeitraume von 6^{h} vor sich, die denen der Temperatur gar nicht entsprechen. Weiter werden die Ansichten verworfen, dass es sich nur um Vorgänge im Apparat handle, und dass

die Ursache der Erscheinungen in den Bewegungen der Erdkruste liege. Letzteres sei unwahrscheinlich, da die Verticale stets zur gleichen Mittellage zurückkehre.

Es folgen tägliche Beobachtungen vom 8. September 1879 bis 7. September 1880, welche zwischen 6^h und 9^h früh angestellt sind. Dieselben zeigen häufig rasche Aenderungen an. Es betrug während dieses Jahres die Maximaländerung der Richtung der Lothlinie im Sinne des Meridians $4''.03$ und im Sinne des ersten Verticals $2''.7$.

Dass ähnliche Bewegungen auf der südlichen Halbinsel stattfinden, ergiebt sich aus den Beobachtungen Bouquet de la Grye's auf der Insel Campbell im Jahre 1874. Derselbe bediente sich eines schweren Pendels, dessen Spitze einen fein ausbalancirten ungleicharmigen Hebel in Bewegung versetzte, wodurch die Bewegungen der Pendelspitze in stark vergrössertem Maasse auf die untere Spitze des Hebels übertragen wurden. Dicht darunter befand sich ein Blatt Papier auf leitender Unterlage. Indem man nun zu gewissen Zeiten einen elektrischen Strom durch das ganze Pendel leitete, entstanden feine Marken auf dem Papier, die der jedesmaligen Stellung des Pendels entsprachen. (Diese Vorrichtung entspricht fast genau der von Milne in Tokio angewandten.)

39) Keller: Sulle piccole variazioni della direzione della gravità prodotto dalle maree nelle località situate presso la spiaggia del mare. (Roma, Atti dell' Academia Pontificia dei Nuovi Lincei XXVI, 1873, 375.)

40) Broun: Notice of an instrument intended for the measurement of small variations of gravity. (Edinburgh, Proceedings of the Royal Society IV, 1862, 44.)

41) de Bouchepon: Note sur la variation de la pesanteur. (C. R. 45, 1857, 1005.)

42) Babinet: Sur la prétendue variation de la pesanteur. (C. R. 46, 1858, 17.)

43) Perrot: Appareils destinés à rendre manifestes et mesurables les variations occasionées dans l'intensité et la direction de la pesanteur à la surface de la Terre par les divers mouvements de notre globe et l'attraction des corps célestes. (C. R. 54, 1862, 728, 851.)

Vorschlag zur Construction eines Apparates zur Messung der Variationen der Schwere. Eine lange Spiralfeder trägt an ihrem unteren Ende eine Schale. Beschwert man dieselbe durch ein Gewicht, so sinkt und dreht sich die Schale ein wenig. P. glaubt aus seinen Versuchen schliessen zu dürfen, dass man durch

Beobachtung dieser Drehung unter Anwendung einer sehr langen, feinen Spirale Aenderungen der Intensität der Schwere im Betrage von Einhundert-Millionstel derselben messen könne. Dies ist der zehnte Theil derjenigen Variation, welche die veränderte Stellung des Mondes erzeugt.

Ein zweiter Vorschlag enthält die erste wissenschaftlich ausgesprochene Idee des Horizontalpendels, genau wie sie einige Jahre später von Zöllner angegeben wurde.

44) Gaillot: Influence de l'attraction lunaire sur la direction de la verticale et sur l'intensité de la pesanteur. (Bulletin astronomique I, 113.)

Entwickelung der Gleichung derjenigen Curve, welche die Spitze eines Pendels unter dem Einflusse des Mondes beschreibt. Dieselbe ist vierten Grades. Sie bleibt dieselbe für entgegengesetzte Werthe der Declination des Mondes, ebenso für entgegengesetzte geographische Breiten, und für die Declination Null geht sie über in zwei gleiche, übereinander liegende Ellipsen.

Die Aenderung der Intensität der Schwere beträgt, wenn z die Zenithdistanz des Mondes ist:

$$0.000000056\ (1-3\cos^2 z).$$

Ein Gewicht von 1000 kg wird um 0.112 gr leichter, wenn $z = 0°$ oder $180°$, um 0.056 gr schwerer bei $z = 90°$.

45) — Sur la variation de l'intensité de la pesanteur due à l'attraction lunisolaire. Conséquences relatives à la marche des pendules. (Bulletin astron. I, 217.)

46) — Influence de l'attraction lunisolaire sur la marche des pendules. (Comptes rendues 1884, I, 893.)

Ableitung der mathematischen Form der Störung, welche die Länge der Secunde durch die lunisolare Anziehung erleidet. Ist T der Ueberschuss der Zeit, welche das Secundenpendel gebraucht, um unter dem Einflusse des Mondes und der Sonne die einem Jahre entsprechende Zahl von Secunden zu schlagen, über diejenige, die es gebrauchen würde, um dieselbe Zahl ungestört zu schlagen, so ist T für verschiedene geographische Breiten

$0°$	$T = +0.^s49$
15	$+0.39$
30	$+0.12$
45	-0.24
60	-0.61
75	-0.78
90	$-0.97.$

Diese Grössen sind bei den Beobachtungen unmerkbar.

47) Hagen: On the deflection of the Level due to solar and lunar attraction. (Astr. Nachr. Nr. 2568.)

Eine historische Uebersicht der theoretischen Ableitungen der durch Mond und Sonne verursachten Lothablenkungen. (Eine Revue dieser Arbeit mit einigen Bemerkungen von Radau findet sich Bulletin astronomique I, p. 51.)

48) Bertelli: Appunti storici intorno alle riserche sui piccoli e spontanei moti dei pendoli fatte dell secolo XVII in poi. (Bullet. di bibliograf. di s'oria delle scienze mat. e fis. XI, 1873.)

49) Bouquet de la Grye: Etude sur les déviations du pendule au Mexique. (C. R. 1884, II, 170.)

Bei Gelegenheit der Beobachtung des Venusdurchganges im Fort Loreto in Puebla wurde ein „seismographe multiplicateur" in einer Kapelle aufgestellt. Ein langer Stahldraht trägt unten eine Kugel, in die unten ein verstellbarer Stahlstift eingesetzt ist. Letzterer reicht in eine Oeffnung der Vergrösserungsvorrichtung hinein, in der er mit sehr geringer Reibung gleiten kann. Die Oeffnung hat nämlich die Gestalt eines Dreiecks, dessen eine Seite federt und somit leicht gegen den cylindrischen Stift drückt. Der Vergrösserungsapparat lässt sich bezeichnen als Waage ohne Arme, an die Stelle der Schneide tritt eine feine Spitze. Die Waage trägt eine sehr lange, nach unten gerichtete Zunge und ist so ausbalancirt, dass der Schwerpunkt fast mit dem Stützpunkte zusammenfällt. Unmittelbar über dem letzteren liegt die dreieckige Oeffnung, deren Centrum ebenso wie die Stahlspitze genau unter dem Aufhängepunkte des Pendels liegen. Pendel und Waage waren an eisernen Trägern an der Wand befestigt und man erzielte bei einer Pendellänge von $\overset{m}{3}.60$ eine 55.5-fache Vergrösserung der Bewegungen der Pendelspitze. 1″ Lothablenkung entsprach 1 mm Bewegung der unteren Zungenspitze. Ein mit einem Netz überzogenes Papier berührte die letztere nahezu und die Ablesungen geschahen in zwei Azimuthen durch die Fenster eines Gehäuses. B. bemerkt später, dass er im Jahre 1875 für einen ähnlichen Apparat eine elektrische Registrirvorrichtung von Breguet habe anfertigen lassen. (Doch ist nicht gesagt, warum dieselbe später keine Anwendung gefunden hat.) Man könne auch die Photographie verwenden.

Der Apparat wurde genau justirt und die Temperaturschwankungen betrugen nur $\overset{0}{0}.1$. Die Resultate der Beobachtungen sind folgende: „Durch die Vereinigung aller Beobachtungen (wie lange?) findet man, nachdem dieselben von dem Einflusse der später zu erwähnenden anormalen Bewegungen befreit sind, als Effect der Sonneneinwirkung auf die Bewegung des Pendels folgende stündliche Mittel in hundertstel Secunden (x und y sind die Coordinaten im ersten Vertical und im Meridian):

	19^h	20^h	21^h	22^h	23^h	0^h	1^h	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h
x	−17	−11	−23	−6	−1	+15	+8	+12	+8	+4	+3	+3
y	−1	−1	+12	−3	−9	−18	−4	−14	−6	+10	+17	+6.

Es scheint, als ob Morgens und Abends die Sonne das Pendel abstiesse, gegen 23^h dagegen dasselbe anzöge.“ Erstere Erscheinung wird als Folge der Sonnenstrahlung in Verbindung mit der Lage der Kapelle erklärt, die Anziehung dagegen scheint eine reelle zu sein.

„Gruppirt man die Beobachtungen nach dem Stundenwinkel des Mondes, so findet man Folgendes:

	19^h	20^h	21^h	22^h	23^h	0^h	1^h	2^h	3^h	4^h
x	−5	−4	+11	+13	+21	+6	−9	−7	−12	−8
y	+4	−1	0	+4	−1	+5	−3	−1	−2	+4.

Hiernach wird das Pendel vom Mondè angezogen, und da derselbe dem Zenith nahe kommt, sind die Abweichungen y klein. Drei Stunden vor und nach dem Meridiandurchgange (Maximum der Ablenkung) beträgt die Ablenkung ungefähr $0''.10$. Diese Zahlen, welche die aus der Theorie folgenden übertreffen, können jedoch nicht als Controle dienen. Das Pendel hatte nicht die ausreichende Länge, aber es ist interessant, festzustellen, dass die Bewegung nach dem Meridiandurchgange das andere Zeichen erhält.“ — Es wurden auch auffallende plötzliche Schwankungen beobachtet, welche man wegen des Azimuths, in dem sie erfolgten, auf den vulcanischen Einfluss der Gebirgskette des Popocatepetl bezog. „Il serait interessant de poursuivre ces études en enregistrant les mouvements d'un long pendule d'une façon continue dans un observatoire, ils fourniraient des notions précieuses sur le mouvement de la croûte terrestre et aussi sur le phénomène des marées.“

50) Russel (s. o. Nr. 25): Local Variations and vibrations of the Earth's surface. (Royal Society of N. S. W. 1885, Juli 1.)

Es wird die Nothwendigkeit betont, bei astronomischen Untersuchungen Rücksicht auf die Bewegungen des Erdbodens zu nehmen. In einer Uebersicht über die Arbeiten des Comités der British Association ist irrthümlich angenommen, dass es sich dabei um die Beobachtung der körperlichen Gezeiten gehandelt habe, während man thatsächlich die directe Anziehung des Mondes beobachten wollte.

R. benutzte die automatischen Wasserstandsbeobachtungen am Lake George (20 englische Meilen lang, 5—6 Meilen breit). Es zeigte sich, dass tägliche Schwankungen von geringem Betrage vorhanden waren; am Tage strömte das Wasser vom Aequator fort und während der Nacht zu demselben hin. Ausserdem zeigten sich merkwürdige periodische Aenderungen des Wasserstandes, die weder durch den Luftdruck, noch durch den Wind zu erklären waren[1]).

[1]) Prof. Forel in Morges hat in einem Theile dieser periodischen Bewegungen die den Verhältnissen des Lake George entsprechend modificirte, unter dem Namen „seiches“ bekannte Erscheinung wieder erkannt.

Im Anschluss hieran wurden die Instrumentalcorrectionen des Meridiankreises untersucht (s. o.). Es wird vorgeschlagen, zur Untersuchung der Bewegungen des Erdbodens ein eigenes Instrument mit photographischer Registrirung anzuwenden.

Nach Erwähnung einiger merkwürdiger, durch den Fluthmesser angezeigter und muthmaasslich mit Luftdruckschwankungen zusammenhängender Anschwellungen des Sees wird der Schluss gezogen, dass es nothwendig sei, die elastischen Veränderungen der Erdoberfläche zu studiren. Es sei der Anschein vorhanden, dass gemeinsame Ursachen correspondirende Erscheinungen auf der Nord- und Südhemisphäre der Erde verursachten. Muthmaasslich befinde sich zu den Zeiten der Solstitien, welche zugleich den Maximis und Minimis der jene Erscheinungen darstellenden Curven entsprechen, die Erde in Folge der Anziehung der Sonne auf den äquatorialen Wulst in einem Zustande der Spannung.

51) Gyldén: Ueber den Einfluss, welchen Aenderungen der Rotationsaxe des Erdkörpers auf das Meeresniveau ausüben können. (Bull. de l'Ac. d. Sc. de St. Petersb. 1871, 52.)

Im Anschluss an die Untersuchungen Gyldén's (Recherches sur la rotation de la terre) über die Verschiebungen der Rotationsaxe des Erdkörpers wird hervorgehoben, dass die wahrgenommenen Veränderungen der Polhöhe, welche bekanntlich in neuester Zeit eine Bestätigung erfahren haben, auch durch Aenderungen der Lothrichtung hervorgerufen sein können. Selbst sehr kleine Ablenkungen können beträchtliche Schwankungen des Wasserstandes in Meeren und Seen verursachen. Dagegen ist bei Aenderungen der Rotationsaxe der Effect nur gering, indem nur die im Verhältnisse zur Schwerkraft sehr geringfügige Aenderung der Centrifugalkraft in Betracht kommt. Es folgt eine theoretische Untersuchung, nach welcher die einer Drehung der Rotationsaxe um 1″ innerhalb des Erdkörpers entsprechenden Niveauänderungen lange nicht so gross sind, wie die an vielen Orten beobachteten Hebungen und Senkungen.

52) Mascart: Sur les variations de la pesanteur. (C. R. 95, 126.)

M. hat folgendes Instrument erfunden. Ein Heberbarometer mit einem kurzen geschlossenen Schenkel enthält eine Quantität Kohlensäure, welche durch eine Quecksilbersäule von 1 m Höhe zusammengedrückt wird. Zur Erhaltung gleichmässiger Temperatur ist das Ganze in eine Röhre mit Wasser gestellt, die Ablesung geschieht wie gewöhnlich auf $\frac{1}{100}$ mm, die der Temperatur auf $\frac{1}{100}$ Grad. Eine Höhendifferenz von 150 m ergab eine Differenz der Ablesungen von 0.027 mm, was ungefähr der Theorie entspricht. Lässt sich die Höhe der Barometersäule auf 0.01 mm bestimmen, so entspricht diese Grösse 0.01 mm in der Länge des Sekundenpendels.

53) Mascart: Sur le baromètre à gravité. (C. R. 95, 631.)

Es wurden Beobachtungen auf einer nordischen Reise gemacht; mit der Theorie verglichen zeigen dieselben Fehler im Betrage von 0.00003 bis zu 0.00027 in dem Verhältnisse $\frac{dg}{g}$. Vielleicht liegen reelle Ursachen diesen Abweichungen zu Grunde.

54) Plantamour, Ph.: Des mouvements périodiques du sol accusés par des niveaux à bulle d'air. (Archives des Sciences physiques et naturelles, Genf 1879 u. flgde. Jahre.)

Herr P. hatte im Frühjahre 1878 begonnen, Beobachtungen an Niveaus anzustellen (vergl. Comptes Rendues 1878, 24. Juni), welche ihn veranlassten, dieselben lange Jahre hindurch gründlich zu verfolgen. Die Resultate dieser Beobachtungen sind meist in dem Decemberhefte der „Archives" enthalten, von denen mir elf Jahrgänge vorliegen. 1889 hatte ich Gelegenheit, die Aufstellung der Niveaus in Augenschein zu nehmen, und vermuthe, dass die Beobachtungen noch jetzt ihren Fortgang nehmen[1]). 1878 October 1 bis 1879 September 30 waren zwei Niveaus in Thätigkeit, von denen das eine OW., das andere NS. orientirt war; sie befanden sich im Souterrain eines Hauses im Garten von Sécheron auf einem Maueransatze an der Westwand. Das Haus ist nur 25 m vom Ufer des Genfer Sees entfernt und der Boden des Kellers liegt 20 cm unterhalb des gegen den See hin eine Terrasse bildenden Terrains, während letzteres auf der entgegengesetzten Seite um 2 m höher ist. Dieser Unterschied ist zum Theil durch die nicht unbeträchtliche Böschung der Seeufer bedingt. Die Ablesungen der Niveaus geschahen Anfangs fünfmal am Tage, um 9^h, Mittags, 3^h, 6^h, 9^h. Da sich aus diesen Ablesungen die Existenz einer sehr geringen täglichen Periode für das OW. orientirte Niveau ergab, deren Amplitude bis zu $3''.2$ stieg, so wurden später nur Ablesungen zu den Zeiten des Minimums und Maximums der Curve, nämlich um 9^h Morgens und 6^h Abends gemacht. Diese Beobachtungen wurden in den folgenden Jahren fortgesetzt. Vom 1. October 1886 an wurde das vorher NS. orientirte Niveau an einer der Aussenmauer parallel laufenden Zwischenmauer ebenfalls in der Richtung OW. orientirt, um festzustellen, ob die Bewegungen der Blase denen der Blase am anderen Niveau entsprechen würden. Diese Einrichtung wurde bis zum Schlusse der mir vorliegenden Beobachtungen beibehalten.

[1]) In den „Archives" vom 15. October 1892, No. 10, ist ein Artikel von Pidoux „Des Mouvements périodiques du sol" enthalten, dem zu Folge die Beobachtungen des Herrn Ph. Plantamour im Jahre 1890 ihren Abschluss gefunden haben. Dieselben werden indessen seit April 1891 im Keller der Genfer Sternwarte mit Hilfe derselben Niveaus fortgesetzt, und es liegt bereits ein Jahrgang derselben bis zum 1. April 1892 reichend vor. Es ist zu bedauern, dass man sich an Stelle der, wie fast alle Erfahrungen zeigen, für solche Beobachtungen nicht einwandsfreien Niveaus nicht für die Anwendung irgend einer automatisch registrirenden Vorrichtung entschieden hat.

Die Hauptergebnisse dieser langen Beobachtungsreihe sind folgende:

1) Die tägliche Periode in der Richtung des ersten Verticals ist ziemlich merklich, das Ostende des Niveaus befindet sich relativ am höchsten zwischen 6^h und 7^h Abends, am niedrigsten um dieselbe Zeit Morgens. In der Richtung des Meridians ist die tägliche Periode nur sehr wenig ausgesprochen und von keiner Bedeutung.
2) Die jährliche Bewegung ist im ersten Vertical eine sehr beträchtliche und schliesst sich in ihrem Gange sehr nahe der Temperatur an. Die Amplitude derselben beträgt im Allgemeinen etwas über 20″. Die Epochen der grössten Hebung und Senkung des Ostendes folgen in wechselnden Zwischenräumen (bis zu vier Monaten) auf das Maximum und Minimum der Temperatur, in einigen Fällen treten sie sogar verfrüht ein. Das oben erwähnte, am 1. October 1886 installirte Niveau zeigt ganz ähnliche Bewegungen von jedoch geringerer Intensität an. Auch das im Meridian aufgestellte Niveau lässt eine jährliche Periode erkennen, deren Amplitude in den ersten Jahren 4″ bis 5″ betrug, die Bewegung ist indessen nicht der Art, dass man sie ausschliesslich auf die Wirkung der Temperatur zurückführen könnte.
3) Von diesen periodischen Bewegungen abgesehen, finden zum Theil erhebliche fortschreitende Aenderungen statt. An dem Hauptniveau (OW.) hat sich das Ostende in den elf Jahren um 115″ gesenkt; diese Bewegung vertheilt sich sehr verschieden auf die Jahre. Während von 1878—1881 eine Senkung von nahe 100″ stattfand, blieb das Niveau von 1884—1889 fast stationär. Im Sinne des Meridians sind die fortschreitenden Bewegungen fast unmerklich. Eine Vergleichung der Intensität der Senkung des Ostendes des OW.-Niveaus in den verschiedenen Jahren mit der Sonnenfleckenhäufigkeit (11. Jahrg., Arch. 15. Nov. 1889) lässt keine klare Beziehung zwischen den beiden Erscheinungen hervortreten.

Bei Gelegenheit der Discussion der Jahrgänge 1880—1882 dieser Beobachtungen sind zwei Briefe von C. v. Orff in München mitgetheilt über dessen Beobachtungen an Niveaus im Keller der Bogenhausener Sternwarte. Es wurden dort Anfangs drei, später vier Niveaus benutzt, davon zwei (später drei) in der Richtung des Meridians und eins in der Richtung des ersten Verticals. Man überzeugte sich bald, dass selbst benachbarte Niveaus verschiedene Bewegungen zeigen. Reducirte man mit Rücksicht auf eine vorhandene fortschreitende Bewegung die Ablesungen der beiden ersterwähnten, so fiel sogar die Epoche des Maximums der Neigung beim einen mit derjenigen des Minimums beim anderen nahe zusammen. Als später ein viertes Niveau dicht neben ein anderes auf denselben Pfeiler gesetzt wurde, zeigten sich auch hier geradezu entgegengesetzte Bewegungen. Nicht minder ergab die Vergleichung des OW.-Niveaus mit den Nivellirungen am darüber befindlichen Meridiankreise ein im Allgemeinen verschiedenes Verhalten der beiden Niveaus.

Durch sorgfältige Bestimmung der Temperaturen am Fussboden wurde nun festgestellt, dass selbst in ganz geringen Abständen nicht unbeträchtliche Differenzen (bis zu 1°) vorkommen. Obwohl sich der Einfluss dieser auf das Niveau des Fuss-

bodens theoretisch nicht ermitteln lässt, so bestätigen doch diese Wahrnehmungen die Annahme, dass die erwähnten Niveaubewegungen im Wesentlichen auf der von Ort zu Ort, selbst innerhalb eng begrenzter Räume, wechselnden Faltung des Erdbodens beruhen.

55) Davison: Note on M. Ph. Plantamour's Observations by means of levels on the periodic movements of the ground at Sécheron near Geneva.

Discussion der Plantamour'schen Beobachtungen von 1878 bis 1886. D. findet, dass die Inclination in der zur Böschung des Seeufers (dessen Richtung 17° östl. Nord zu 17° westl. Süd ist) senkrechten Richtung stattfindet. Durch theoretische Betrachtungen unter Berücksichtigung der Localität findet er weiter, dass sowohl der Sinn, als auch der Betrag der jährlichen Periode durch die Aenderungen der Temperatur in befriedigender Weise zu erklären sind. Dagegen dürften die nicht periodischen grossen Veränderungen auf geologische Einflüsse zurückzuführen sein.

56) Zoellner: Ueber einen neuen Apparat zur Messung anziehender und abstossender Kräfte. (K. S. Gesellsch. d. Wiss. zu Leipzig. Sitz. d. phys.-math. Klasse, 27. Nov. 1869.)

57) — Ueber die Construction und Anwendung des Horizontalpendels. (Ebenda, 1. Juli 1871.)

58) — Zur Geschichte des Horizontalpendels. (Ebenda, 2. Nov. 1872.)

59) Safarik: Beitrag zur Geschichte des Horizontalpendels. (Poggendorff's Annalen, Bd. 150, S. 150 ff.)

(Vorstehende vier Abhandlungen sind auch abgedruckt in den Wissenschaftl. Abhandl., Bd. IV, von Zöllner.)

Zoellner geräth unabhängig von unbeachtet gebliebenen Vorgängern[1]) auf die Idee, ein horizontal schwingendes Pendel zur Beobachtung der Neigung seiner Drehungsachse zu verwenden. Seine Ausführung derselben ist in dieser Abhandlung besprochen.

60) G. H. Darwin: Report of the Committee of the British Association .... appointed for the Measurement of the Lunar Disturbance of Gravity. On an instrument for detecting and measuring small changes in the direction of the force of gravity.

---

[1]) Hengler, ein Schüler Gruithuisen's, hat nach des letzteren Zeugniss das Princip des Horizontalpendels oder der Schwungwaage zuerst angewandt, s. Gruithuisen, Neue Analekten für Erd- und Himmelskunde, 1832, und Dingler's Polytechnisches Journal, 1832. In letzterem ist ein längerer Aufsatz Hengler's mit bildlicher Darstellung enthalten. Die daselbst mitgetheilten Beobachtungen sind unzweifelhaft erfunden. Die Idee des Horizontalpendels findet sich ferner bei Perrot (s. o.).

61) G. H. Darwin: Second Report of the Committee etc.

Die Berichte dieser aus den angesehensten englischen Physikern zusammengesetzten Commission beruhen im Wesentlichen auf den Arbeiten G. H. Darwin's und seines Bruders Horace Darwin. Den reichen Inhalt dieser beiden hochinteressanten Abhandlungen hier in Kürze wiederzugeben, ist nicht möglich. Es soll daher nur das angewandte Instrument kurz beschrieben werden.

Den Beobachtungen lag die Absicht zu Grunde, die Anziehung des Mondes auf der Erdoberfläche wahrnehmbar zu machen. Die Anregung dazu gab Sir William Thomson, welcher 1879 mit folgendem einfach eingerichteten Instrumente in Glasgow Experimente anstellte. Dasselbe bestand aus einem 5 Fuss langen Pendel mit Bleigewicht, aus dessen unterem Ende eine Spitze hervorragte. Die Bewegungen der letzteren wurden auf einen kleinen Spiegel in Bifilaraufhängung übertragen, indem der eine von den Fäden an der Pendelspitze, der andere an einem kleinen Stativ befestigt war. Indem man nun letzteres der Pendelspitze beliebig nahebringen konnte, erzeugten die zur Ebene der Fäden senkrechten Verschiebungen der letzteren ziemlich beträchtliche Drehungen des Spiegels.

G. H. Darwin und sein Bruder stellten ein sehr ähnliches Instrument her. Der wesentliche Unterschied bestand darin, dass das ganze Pendel sammt dem Spiegel in eine Flüssigkeit getaucht wurde, um den Einfluss der Erschütterungen, der sich in Glasgow sehr merklich gezeigt hatte, zu vermindern. Die Beobachtungen geschahen in Cambridge im Cavendish-Laboratorium, woselbst das Pendel an einem sehr soliden, durch ein Verbindungsstück gekrönten Doppelpfeiler aufgehängt wurde. Der Boden rings um die Pfeiler wurde bis zu $2^1/_2$ Fuss Tiefe ausgegraben. Bei den ersten Beobachtungen war die Bewegung des Pendels im Sinne des Meridians derart, dass dasselbe zwischen 5^h und 7^h Abends seine nördlichste Stellung am Tage erreichte. Temperatureinflüsse (erzeugt durch Berührung gewisser Theile des Instruments und durch die zu den Ablesungen benutzte Lampe) riefen erhebliche Bewegungen des reflectirten Lichtstrahles hervor. Um die Bewegungen der Pendelspitze auf ein bestimmtes Azimuth zu beschränken, wurde darauf das Pendel selbst mit Bifilaraufhängung versehen. Um den Betrag der Ablenkungen abschätzen zu können, wurde ferner folgende Einrichtung ersonnen. Ein zweites Pendel von sehr geringem Gewicht, dessen Aufhängepunkt sich nahe dem des ersten befindet, legt sich gegen das letztere und erzeugt eine dem Verhältnisse der Massen beider entsprechende Ablenkung. Die letztere ist abhängig von den bekannten Massen beider Pendel und der gegenseitigen Lage der Aufhängepunkte, welche durch eine Mikrometerschraube gemessen wird. Bei den ersten Versuchen war das Gewicht des grossen Pendels 6600-mal so gross, als das des kleinen, und mit den übrigen gegebenen Grössen ergab es sich, dass einer Umdrehung der Mikrometerschraube eine Bewegung der Pendelspitze von 0.0001 mm entsprach.

Dagegen musste der Effect der Mondanziehung unter der Voraussetzung eines starren Erdinnern im Sinne des Meridians $2^2/_5$ Schraubenumdrehungen betragen. Als einhüllende Flüssigkeit wurde eine Mischung von Alcohol und Wasser gewählt, durch welche eine weitere Verminderung des störenden Einflusses der Erschütterungen erzielt wurde. Ferner wurde statt der directen Beobachtung des reflectirten Lichtstrahles die Ablesung mittelst Fernrohr und Scala eingeführt. In den beiden hier erwähnten Fällen wurde den Beobachtungen durch das Brechen der zum Durchlassen des Lichtes bestimmten Gläser ein Ende bereitet. Während eines dritten Versuches wurde mehrfach die Wirkung äusserer Störungen, wie Belastung der Umgebung, Erwärmung einzelner Theile des Instrumentes, studirt. Erstere erzeugte ziemlich beträchtliche, letztere dagegen nur geringe Ablenkungen des Pendels.

Durch ihre Beobachtungen gelangten die Beobachter zu der Ueberzeugung, dass in erster Linie eine bessere Ausgleichung der Temperatur innerhalb des Trägers des Pendels anzustreben sei. Sie errichteten daher in einem geeigneteren Raume einen neuen Apparat nach demselben Princip. Dabei befand sich das Pendel nebst dem Spiegel in einem verticalen kupfernen Rohre, dessen oberes Ende die Vorrichtung zur Aufhängung enthielt. Dieses Rohr stand auf einem von einem cementirten Graben umgebenen Steinpfeiler und wurde von einem weiten, auf die Oberfläche des Pfeilers wasserdicht angepassten Thonrohr umschlossen. In das Kupferrohr wurde ein Gemisch von gleichen Theilen Wasser und Alcohol gegossen, so dass das ganze Pendel sammt seinen Aufhängepunkten darin eintauchte. Das äussere Rohr wurde dann ebenso wie der den Pfeiler umgebende Graben mit Wasser gefüllt, so dass das Pendel von einer doppelten, alle Theile des Apparates und der Pfeiler aber von einer einfachen wärmeausgleichenden Schicht umgeben waren. Die Einrichtungen zur Einstellung des Pendels und zur Bestimmung des Werthes der Scala waren derart getroffen, dass alle Manipulationen von ausserhalb des Zimmers her vor sich gehen konnten. Zur Ablesung konnte man Fernrohr und Scala wegen des starken Lichtverlustes im Apparate nicht gebrauchen und wurde dazu eine durch eine Gasflamme gebildete selbstleuchtende Marke benutzt, deren Licht gegen eine verschiebbare Scala reflectirt wurde.

Die Beobachtungen an diesem Instrumente ergaben, dass durch die getroffenen umfangreichen Vorkehrungen zwar die früher bemerkte Unruhe des Bildes wesentlich verringert wurde, dagegen der Einfluss der Belastung des Bodens in der Umgebung noch immer sehr merkbar blieb; ja man konnte sogar die Bewegung bemerken, welche in einem Abstande von 16 Fuss vom Apparate dadurch hervorgerufen wurde, dass eine Person abwechselnd den rechten und linken Fuss emporhob. Die tägliche Periode hatte sich insofern etwas verändert, als das Maximum (die nördliche Elongation) schon gegen Mittag, statt wie früher gegen 6^h Abends eintrat. Im Uebrigen bestanden dieselben merkwürdigen fortschreitenden Be-

wegungen wie früher, welche übrigens auch hier und da ihr Zeichen wechselten. Die Empfindlichkeit während der letzten Beobachtungen war derart, dass ein Zoll der Scala 0.″09 entsprach, und Zehntel liessen sich mit aller Sicherheit abschätzen.

Wie aus dem zweiten Berichte hervorgeht, brach noch während des Jahres 1881 die geschilderte Vorrichtung zusammen. Bedauerlicher Weise scheinen die Beobachtungen damit ihren Abschluss gefunden und das Comité der British Association scheint damit, wie ich einem Schreiben des Herrn Darwin aus dem Jahre 1888 entnehme, seine Thätigkeit eingestellt zu haben, vermuthlich mit Rücksicht auf die Bemerkung am Schlusse des zweiten Berichtes, dass Beobachtungen der Lothlinie wegen der unberechenbaren elastischen Compression der oberen Erdschichten vermuthlich auf die Dauer kein Interesse bieten könnten.

Der theoretischen Untersuchung dieser Compression ist ein grosser Theil der zweiten Abhandlung gewidmet. Speciell untersucht sind die Fälle, in welchen durch das Vorhandensein eines barometrischen Minimums und Maximums auf entgegengesetzten Seiten eines Ortes, sowie durch das periodische Auftreten der Fluth an Meeresküsten Niveauveränderungen erzeugt werden. Dabei ist die merkwürdige Thatsache hervorgehoben, dass die hierdurch erzeugte Ablenkung der Lothlinie stets in demselben Verhältnisse zu der von der störenden Luft- oder Wassermasse bewirkten Anziehung steht, so lange dieselbe Voraussetzung über die Starrheit der Erde besteht. Ist beispielsweise die Erde so starr wie Glas, so wird die durch den Druck erzeugte Böschung das acht- bis fünffache der Ablenkung durch Anziehung betragen. Hat dagegen die Erde die Härte von Stahl, so ist die Böschung noch immer $1\frac{1}{2}$mal so gross, als die Anziehung. Für die grössten vorkommenden Luftdruckdifferenzen ergiebt sich ferner für einen Abstand von 300 geographischen Meilen zwischen Cyclon und Anticyclon, dass unter dem letzteren der Boden 9 cm niedriger ist, als unter ersterem. Der Effect der Gezeiten, obwohl in nächster Nähe der Küste nicht unmerklich, nimmt rasch mit der Entfernung von derselben ab. Dennoch ist derselbe, wenn die der Berechnung zu Grunde gelegten Verhältnisse der Natur entsprechen, selbst noch im Innern der Continente von gleicher Ordnung, wie die durch den Mond erzeugte Ablenkung. Für die atlantischen Küsten Europas findet z. B. Darwin unter der Annahme der normalen Fluthhöhe im atlantischen Ocean folgende Unterschiede der Ablenkung (mit Einschluss der Wasseranziehung) zwischen Hoch- und Niedrigwasser:

Abstand vom Wasser	Oscillation
10 m	0.″126
100 „	0.101
1 km	0.076
10 „	0.050
20 „	0.042
50 „	0.035
100 „	0.025.

Diese Zahlen gelten für die Annahme, dass die Festigkeit der oberen Erdschichten diejenige des Glases sei.

In dem ersten Berichte wird noch folgendes Experiment erwähnt. Zwei lange, starke Drähte aus Eisen und Kupfer wurden 8½ Fuss tief senkrecht in die Erde getrieben, bis man auf einen Widerstand stiess. Darauf wurde ein Stein von der Form eines Mühlsteines über die hervorragenden Enden der Drähte gelegt und durch eine Mikrometervorrichtung von Zeit zu Zeit der Höhenunterschied zwischen der oberen Fläche des Steines und den Enden der Drähte gemessen. Bei anhaltendem Frost und langer Dürre, sowie andererseits bei starken Regengüssen, fanden relative Bewegungen des Steines und der Drahtspitzen statt, welche bis auf 8½ mm stiegen. Diese Thatsache erscheint von Bedeutung für die Aufstellung von astronomischen Instrumenten, deren Pfeiler in nicht zu grosser Tiefe ruhen.

In den beiden Abhandlungen sind weiter Mittheilungen aus der einschlägigen Litteratur vorhanden, welche zum Theil auf das nahe verwandte Gebiet der Seismologie übergreifen. Erwähnt möge noch eine Notiz über ein von Dr. C. W. Siemens erfundenes Instrument werden. Das Princip desselben ist nach anderen Quellen etwa folgendes. Zwei flache, mit Quecksilber gefüllte Gefässe communiciren durch ein horizontales Rohr. Bei einer Neigung der Fläche, welche den Gefässen zur Unterlage dient, wird das Niveau des Quecksilbers in einem Gefässe steigen, im anderen sinken. Beide Gefässe sind geschlossen und mit Weingeist gefüllt, welcher auch ein die oberen Theile der Gefässe verbindendes enges, horizontales Glasrohr erfüllt; im letzteren ist eine Luftblase eingeschlossen. Aendert sich nun das Niveau, so wird die Blase ihre Stellung verändern. Ist die Oberfläche der Gefässe sehr gross im Vergleich zum Querschnitt der oberen Verbindungsröhre, so müssen schon sehr kleine Niveauveränderungen sichtbar werden. Dieses, theoretisch betrachtet, offenbar einer grossen Empfindlichkeit fähige Instrument ist in England practisch angewandt worden, anscheinend aber ist man von seiner weiteren Benutzung durch die Bedenken abgekommen, welche dasselbe wegen der Wirkung, die sowohl Temperaturdifferenzen, als auch die Capillarerscheinungen in den Röhren ausüben, einflössen muss.

62) Milne: Earth Tremors in Central Japan. (Transactions of the Seismological Society of Japan, 1888, vol. XI.)

Kritik der neueren Arbeiten italienischer Beobachter über mikroseismische Erdbewegungen. Unter der Oberleitung von de Rossi finden in Italien systematische Beobachtungen seismischer Phänomene statt; es werden tägliche synoptische Karten und im Bulletino del Vulcanismo Italiano zehntägige Uebersichten veröffentlicht. Milne zeigt an einigen Beispielen, dass er den Schlussfolgerungen de Rossi's aus den täglichen Beobachtungen nicht allgemein beistimmen kann und glaubt, dass die Maxima und Minima der „Earth tremors" nicht mit den Baro-

meter-Maximis und -Minimis, sondern mit steilen barometrischen Gradienten zusammenfallen und deshalb ihre Entstehung vielleicht dem Winde verdanken.

Die Beobachtungen in Japan geschahen mit sehr verschiedenen Hilfsmitteln. Zuerst wurden Mikrophone in Verbindung mit Telephonen und Pendel angewandt. An den Mikrophonen waren merkwürdige Geräusche zu hören, doch war es nicht möglich, daraus practische Ergebnisse abzuleiten. Später wurden Niveaus benutzt, die aber gleichfalls ihrer Unzuverlässigkeit wegen verworfen wurden. Schliesslich gelangte Milne nach vielen vergeblichen Versuchen zur Construction des „Tromometers". Der Apparat ist vollkommen identisch mit dem Bouquet de la Grye's. Auch die elektrische Registrirung wurde benutzt, indem die momentane Lage der Pendelspitze alle fünf Minuten auf zwei sich rechtwinkelig kreuzenden, unter derselben durch ein Uhrwerk fortbewegten Papierstreifen durch einen durchschlagenden Funken verzeichnet wurde. Aus solchen Beobachtungen ergab sich Folgendes. Oft ist der „Pointer" in Ruhe und die Punkte auf dem Papiere folgen in gleichen Abständen auf gerader Linie. Oft findet aber auch starke Bewegung statt, so dass der Papierstreifen unregelmässig mit Punkten bedeckt ist. Endlich zeigen sich stetige Abweichungen, bei denen die Reihe der Punkte zwei bis drei regelmässige Wellen enthält.

63) P. Smyth: General results deduced from thirty nine years of the Edinburgh Earth Thermometer Observations. (Astron. Observ. made at the Roy. Obs. Edinburgh, vol. XIV.)

Prof. Forbes hat (Transact. of the R. Soc. of Edinburgh, vol. XVI) Folgendes gezeigt:

1) Das Material, in welchem die Erdthermometer versenkt sind (Porphyry trap-tuff rock), ist bei 25 Fuss Tiefe in Beziehung auf Transmission und Absorption einer Schicht von 38 Fuss Sandstein äquivalent.

2) Die jährlichen Amplituden der Thermometer betragen

für	t_1	in 25.6	Fuss	Tiefe	1.32	Fahrenh.,
„	t_2	„ 12.8	„	„	4.99	„
„	t_3	„ 6.4	„	„	10.21	„
„	t_4	„ 3.2	„	„	16.81	„
„	Luft	„ —	„	„	20.2	„

3) Die Maxima treten ein

für	t_1	Jan. 6	des folgenden	Jahres	mit	0.454	Verspätung gegen das Maximum für Luft.
„	t_2	Oct. 15	desselben	„	„	0.225	
„	t_3	Sept. 2	„	„	„	0.108	
„	t_4	Aug. 16	„	„	„	0.064	
„	Luft	Juli 25	„	„	„	—	

4) Die Minima treten ein

für t_1	Juli	8	mit	0.462	Verspätung gegen das Minimum für Luft.
„ t_2	April	22	„	0.251	
„ t_3	März	19	„	0.159	
„ t_4	Febr.	21	„	0.088	
„ Luft	Jan.	20	„	—	

Diese Resultate beruhen auf wenigen Jahren. Aus 33jährigen Beobachtungen folgt:

$t_1 - t_4 + 0.91$	Fahrenh.	und	die	mittlere	Temperatur	t_1	47.25	Fahrenh.,
$t_2 - t_4 + 0.65$	„	„	„	„	„	t_2	46.99	„
$t_3 - t_4 + 0.26$	„	„	„	„	„	t_3	46.60	„
						t_4	46.34	„

Stellt man die Beobachtungen in Curven dar, so erhält man grosse Wellen, die sich über viele Jahre erstrecken. Die Störungen, welche sie erzeugen, kommen von aussen, da sie in der Tiefe geringer sind, als an der Oberfläche. Maxima der Wellen treten ein 1846.5, 1858.0 und 1868.7. Zwischen je zwei dieser Maxima liegen drei kleinere Wärmewellen, die die Hauptmaxima einschliessenden Minima sind stets die auffälligsten. P. Sm. vermuthet, dass Wellen von etwa 0.75, 2.6 und 40 Jahren Periode superponirt sind. Die Periode der Hauptmaxima entspricht der Sonnenfleckenperiode, aber die Curven beider Erscheinungen haben verschiedenen Charakter.

64) Potsdam: Erdtemperaturen, beobachtet auf dem astrophysikalischen Observatorium. (Nach den Publicationen dieses Instituts und brieflicher Mittheilung des Dr. Kempf.)

Die Temperaturbeobachtungen in der Kammer des Brunnens in 24.4 m Tiefe ergaben folgende Monatswerthe:

	1881	1882	1883
Januar	+ 10.20	+ 10.31	+ 10.52
Februar	10.10	10.22	10.43
März	10.01	10.21	10.37
April	10.00	10.24	10.35
Mai	10.01	10.31	10.41
Juni	10.10	10.36	10.55
Juli	10.20	10.44	10.71
August	10.24	10.51	10.77
September	10.32	10.55	10.82
October	10.38	10.60	10.91
November	10.38	10.62	10.94
December	10.34	10.59	10.88
Mittel	10.19	10.42	10.64.

Die mittlere Amplitude beträgt 0.35.

Ferner wurden folgende Temperaturen beobachtet:

	1881	1882	1883
in 29.8 Tiefe	+ 9.71	+ 9.79	+ 9.92
„ 36.4 „	9.76	9.82	9.94
„ 43.0 „	9.88	9.90	10.05.

Aus den Aufzeichnungen der letzten Jahre ergeben sich ferner folgende Daten (auf den absoluten Maximis und Minimis der Temperatur beruhend) im Mittel für 1888—1891:

	Maximum		Minimum		Amplitude
Luft	0.514	+ 30.52	0.025	— 17.88	48.4
0.0 Tiefe	0.533	23.50	0.061	— 10.25	33.7
0.1	0.550	19.48	0.052	— 9.78	29.3
0.25	0.544	18.02	0.052	— 4.95	23.0
0.5	0.556	16.05	0.061	— 1.42	17.5
0.75	0.600	15.08	0.144	— 0.31	15.4
1.0	0.639	14.38	0.161	+ 1.43	12.9
1.5	0.652	13.34	0.211	+ 2.71	10.6
2.0	0.686	12.62	0.222	+ 3.46	9.2
3.0	0.719	11.61	0.239	+ 4.58	7.0.

Verglichen mit Edinburgh beträgt hiernach die Verspätung der Epochen der Maxima und Minima gegen Luft:

	Maxima		Minima	
in 1 m Tiefe	Potsd. 0.125	Edinb. 0.064	Potsd. 0.136	Edinb. 0.088,
„ 2 „ „	„ 0.205	„ 0.108	„ 0.214	„ 0.159,

d. h. im Durchschnitt erreichen die Temperaturextreme die gleiche Tiefe in Potsdam 24 Tage später, als in Edinburgh.

IX. Vorschläge zur Construction des Horizontalpendels.

Für die Construction des von mir zuletzt benutzten, in dieser Abhandlung beschriebenen Horizontalpendels standen seiner Zeit nur die geringen Erfahrungen zu Gebote, welche mit dem ersten provisorischen Instrumente in Karlsruhe gewonnen wurden. An geeigneter Stelle habe ich bereits auf gewisse Aenderungen hingewiesen, welche nach den weiteren Erfahrungen sich als wünschenswerth erweisen und vorzugsweise die Form und das Material des Pendels, die Beleuchtung und die Registrirung der Temperatur betreffen.

Den genannten Vorschlägen möchte ich einige weitere hinzufügen, durch deren Berücksichtigung die Construction des Apparates zum Theil vereinfacht, zum Theil verbessert werden kann.

1) Ein schweres, weit ausgreifendes Stativ, wie es hier angewandt wurde, bietet zwar den Vortheil einer grossen Stabilität und bequemen Regulirbarkeit der Neigung, besitzt aber den Nachtheil, dass es einen besonderen Pfeiler zur Aufstellung erfordert, besonders wenn gleichzeitig in zwei verschiedenen Verticalkreisen beobachtet werden soll. In manchen Fällen aber wird es erwünscht sein, das Horizontalpendel mit bereits vorhandenen grösseren Pfeilern in Verbindung zu bringen, wozu es vortheilhaft ist, Masse und Dimensionen des Apparates möglichst klein zu wählen. Bei dem geringen Gewicht des Pendels wird man dies unbeschadet der Stabilität durch Beseitigung der seitlichen Fussschrauben und Anbringung einer Correctionsvorrichtung an dem unteren Lager erreichen können. Um hierbei dieselbe Sicherheit der Einstellung, wie mittelst der Fussschrauben zu erreichen, müssen um so feinere Schrauben angewandt werden, je kleiner der Abstand des oberen Lagers vom unteren ist. Bei dieser Einrichtung wird es bei angemessener Construction auch möglich sein, den auf Seite 18 erwähnten Temperaturcoefficienten auf ein Minimum zu reduciren. Auch die dritte Fussschraube, welche zur Erhöhung der Empfindlichkeit des Pendels dient, dürfte sich in ähnlicher Weise durch eine entsprechende Correctionsvorrichtung am anderen Lager ersetzen lassen. Der zur Regulirung der Empfindlichkeit bestimmte Schraubenkopf sollte mit Theilung und Index versehen sein, um die auf Seite 21 zur Bestimmung der Schwingungsdauer bei horizontaler Axenlage vorgeschlagene Methode in Anwendung bringen zu können. Die hierfür bisher benutzten Hilfstheile werden dadurch entbehrlich.

2) Die Combination zweier Apparate in zwei zu einander senkrechten Verticalkreisen, welche von um so grösserem Interesse ist, als es sich gezeigt hat, dass die wahre tägliche Oscillation der Lothrichtung in einer zur Ebene des Meridians schiefen Richtung erfolgt, wird sich, wenn die unter 1 vorgeschlagene Aenderung sich practisch bewährt, in sehr bequemer Weise innerhalb eines kleinen Raumes ausführen lassen.

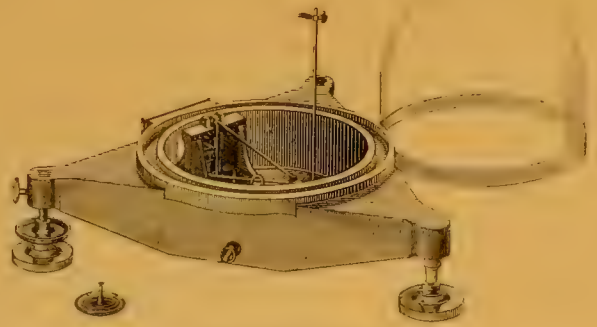
Wir denken uns dazu auf einer Unterlage zwei Pendel montirt, welche unter einander einen rechten Winkel bilden und mit den Achsenenden dem Scheitel zugekehrt sind. Das Licht tritt von Aussen durch eine Linse in

der Richtung der Halbirungslinie des Winkels in den Apparat ein, wird in der Gegend des Scheitelpunktes durch zwei von einander unabhängige vertical stehende Planspiegel in der Richtung der Schenkel zurückgeworfen und gelangt nach der Reflexion an den ebenfalls planen Pendelspiegeln auf demselben Wege wieder nach Aussen. Lampe und Walze sind daher nebeneinander aufzustellen. Versieht man die beiden von den Pendeln unabhängigen Spiegel, welche ich Correctionsspiegel nenne, mit Drehung um je eine verticale und horizontale Achse, wie sie bisher der feste Spiegel hatte, — wobei es sich empfehlen dürfte, die erstgenannte Correction so einzurichten, dass sie von der Walze her erfolgen kann —, so bedarf es nunmehr nach einmaliger Justirung des Apparates, vorausgesetzt, dass nicht durch fortschreitende Aenderungen allmählich eines der Pendel zu weit aus der mittleren Lage entfernt wird, gar keiner weiteren Correctionen, als der Drehung jener Correctionsspiegel, um auch bei langen Beobachtungsreihen den Lichtpunkt immer auf der Mitte der Walze zu halten. Die hierdurch zu erzielende Verbesserung der Construction ist um so wichtiger, als sie eine nahezu vollkommene Isolirung des Pendels gestattet, und es bisher hauptsächlich die unerwarteten starken Bewegungen waren, welche bei seitlicher Lage des Lichtpunktes leicht Unterbrechungen der Curven zur Folge hatten.

Andererseits lässt sich durch Gegenüberstellung zweier Pendel in der sogleich anzugebenden Weise eine viermal grössere Genauigkeit der Registrirung bei sonst gleicher Empfindlichkeit erzielen, als durch ein einfaches Pendel. Fig. 10 zeigt diese Anordnung. Ein zur Seite befindlicher Spalt S beleuchtet die beiden Spiegel s_1 und s_2, welche mit den Längsaxen ihrer Pendel p_1 und p_2 Winkel von 45° und unter einander einen solchen von 90° bilden. Es entstehen sonach durch doppelte Reflexion und zweimalige Brechung in der vor den Spiegeln angebrachten Linse L zwei Bilder B_1 und B_2. Man erkennt leicht, dass der horizontale Abstand derselben (die Ordinatendifferenz der beiden Curven), als Maass für den Winkel zwischen den betreffenden Strahlenbündeln betrachtet, wenn der Winkel zwischen den beiden Spiegelflächen sich um eine gewisse Grösse ändert, eine Aenderung von dem vierfachen Betrage erfährt. In Folge der Lothstörungen nun bewegen sich beide Pendel nach derselben Seite, so dass der Winkel zwischen den Spiegeln sich um die doppelte Ablenkung ändert. Hieraus folgt, dass die Differenz der Ordinaten der durch die beiden beweglichen Lichtpunkte ver-

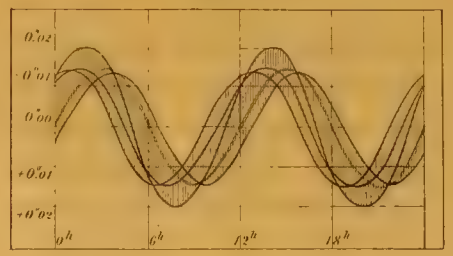
zeichneten Curven viermal so grosse Aenderungen erleidet, als die Ordinaten einer in der bisherigen Weise durch ein Pendel von gleicher Empfindlichkeit registrirten Curve. Man wird daher durch diese Combination die gleiche Empfindlichkeit bei einer bestimmten Schwingungsdauer erreichen, wie bei einem einfachen Pendel unter Anwendung der doppelten Schwingungsdauer. Es ist bereits darauf aufmerksam gemacht worden, dass selbst bei sorgfältigster Construction der Spitzen und Lager der Herstellung einer sehr grossen Schwingungsdauer gewisse Hindernisse im Wege stehen, so dass vielleicht, wo es auf grosse Empfindlichkeit ankommt, wie bei den Untersuchungen über den Einfluss des Mondes, das doppelte Pendel sich als nützlich bewähren wird. Hiervon abgesehen müssen bei Anwendung desselben zwei vollkommen gleichartige und in gleicher Höhe liegende Lichtpunkte entstehen, deren Abstand mit grosser Schärfe zu messen sein wird, während bisher die nicht ganz zu beseitigende Verschiedenheit in der Schärfe des festen und beweglichen Lichtpunktes, sowie der stets vorhandene geringe Höhenunterschied zwischen beiden die Genauigkeit der Ablesungen beeinträchtigte.

3) Da bei der Anwendung hoher Empfindlichkeit das Pendel oft so starke Bewegungen ausführt, dass wiederholte Correctionen des Lichtpunktes erfordert werden, um denselben auf der Walze zu halten, so ist es, wenn nicht die unter 2 vorgeschlagene Construction angewandt wird, vortheilhaft, der letzteren eine möglichst grosse Länge zu geben. Indem man die Einrichtung trifft, dass die Walze auf ihrer Axe um ein kleines Stück verschiebbar ist, kann man während zweier aufeinander folgender Umdrehungen auf demselben Bogen registriren. Gleichzeitig empfiehlt es sich, die Rotationsgeschwindigkeit der Walze zu erhöhen, wie dies z. B. neuerdings bei den magnetischen Registrirapparaten auf dem Potsdamer Observatorium geschehen ist ($1^h = 20$ mm), um zugleich zu einer detaillirteren Darstellung der Störungen zu gelangen.

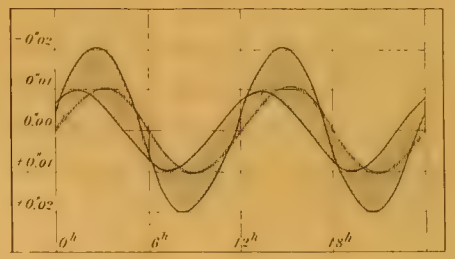


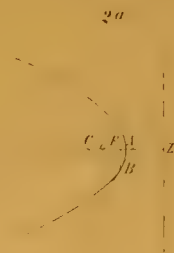
Horizontal-Pendel.

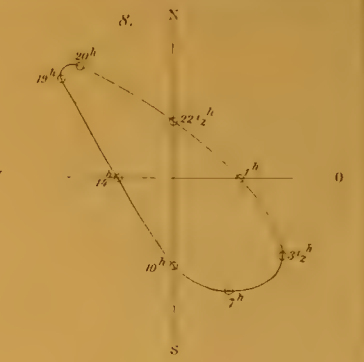
Teneriffa.

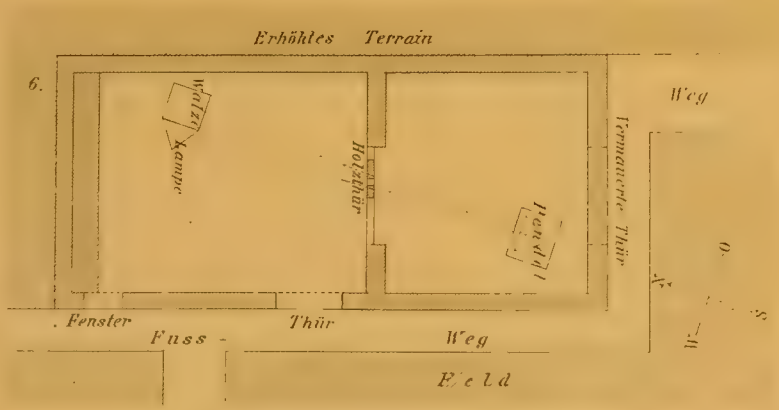


Potsdam.

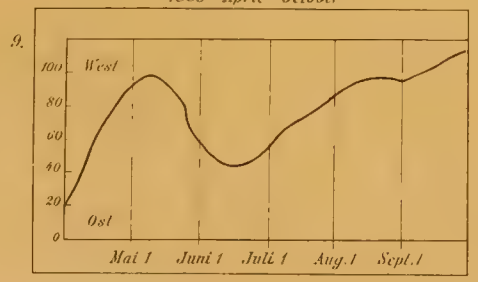


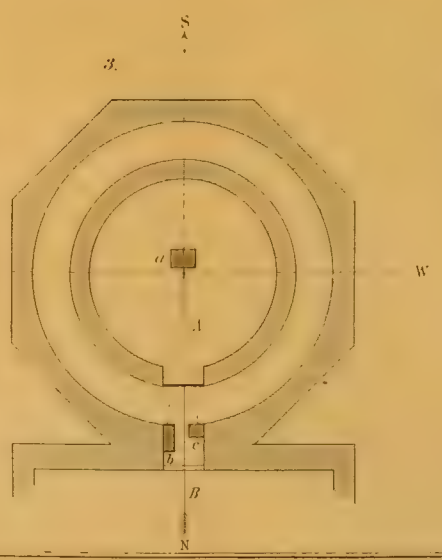


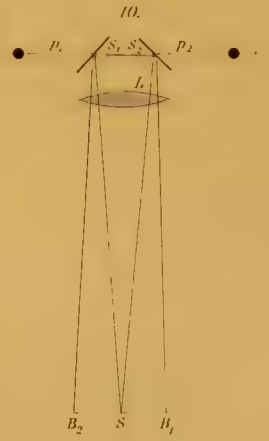


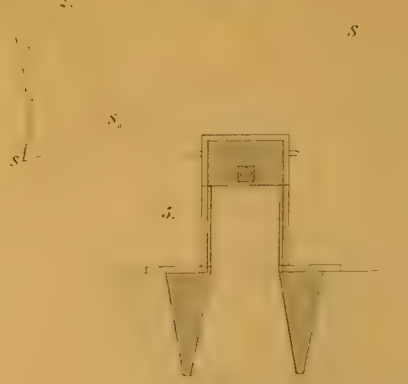


Potsdam: Reducirte Nullpunkts-Curve.
1889 April – October



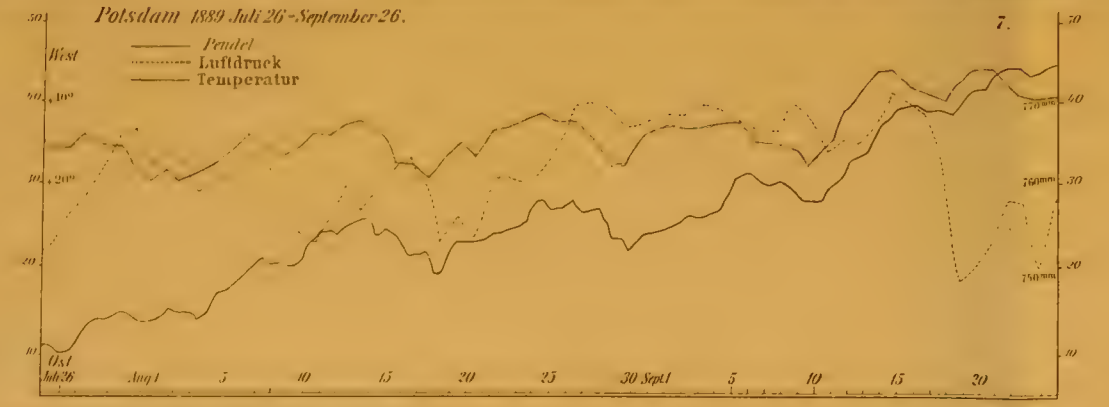


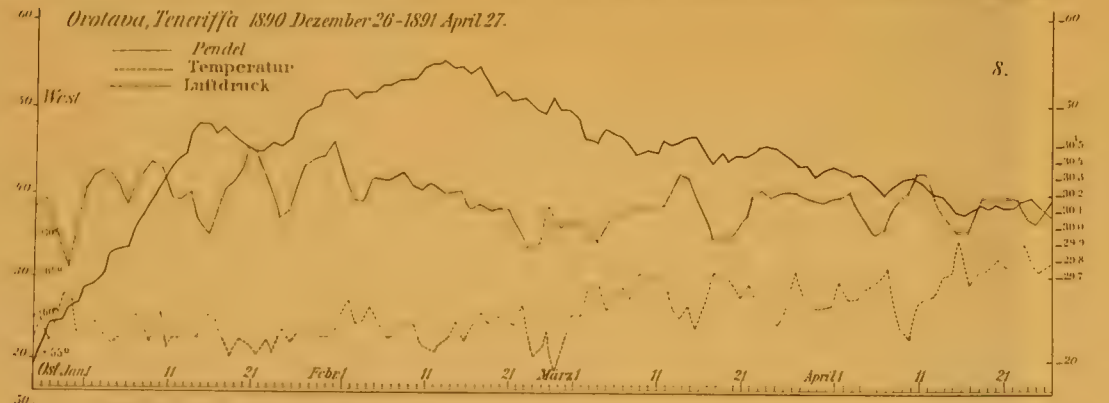


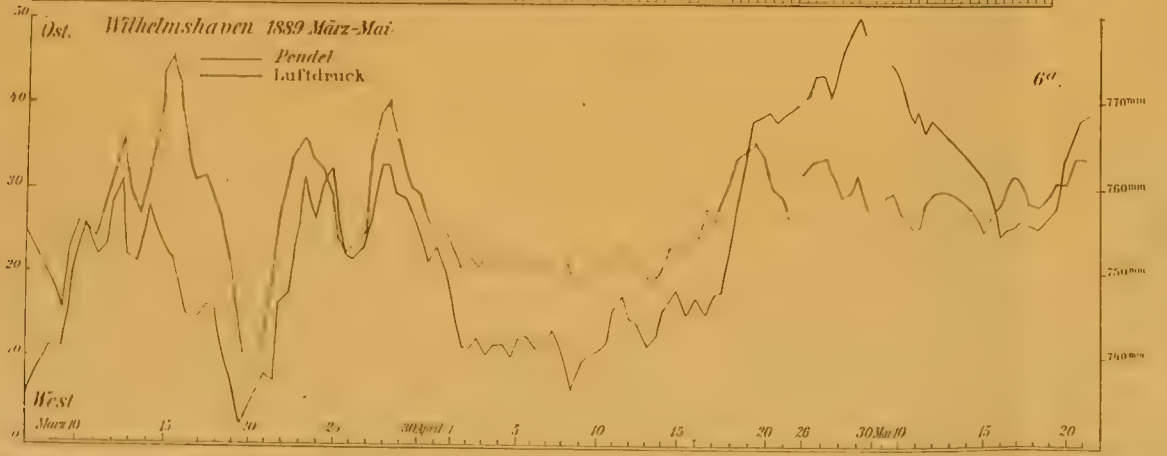


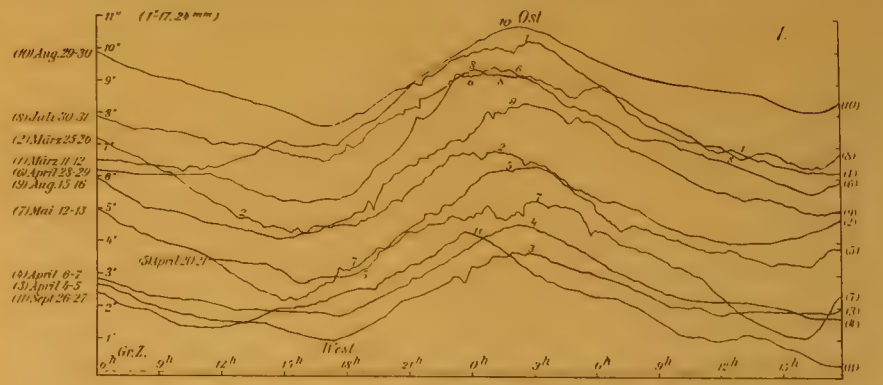
Lith. Anst. Julius Klinkhardt, Leipzig.

E.v. Rebeur-Paschwitz: Das Horizontalpendel. Taf. I.

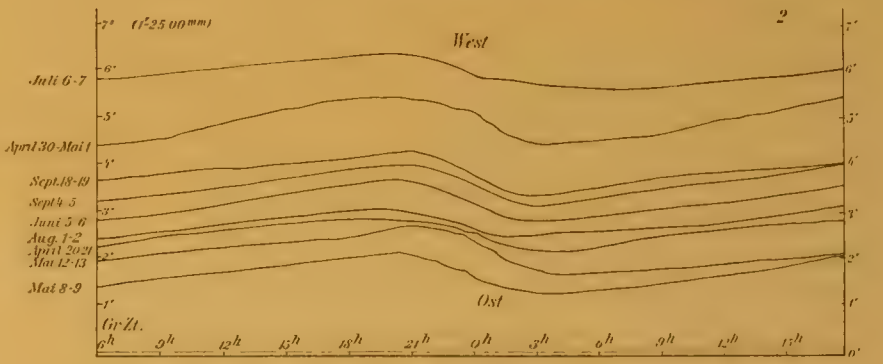




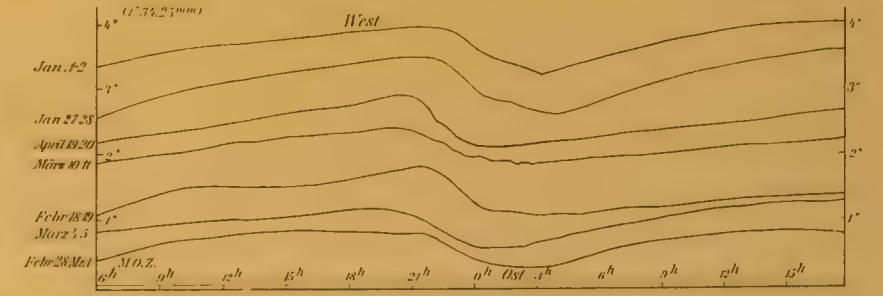




Wilhelmshaven. 1889.



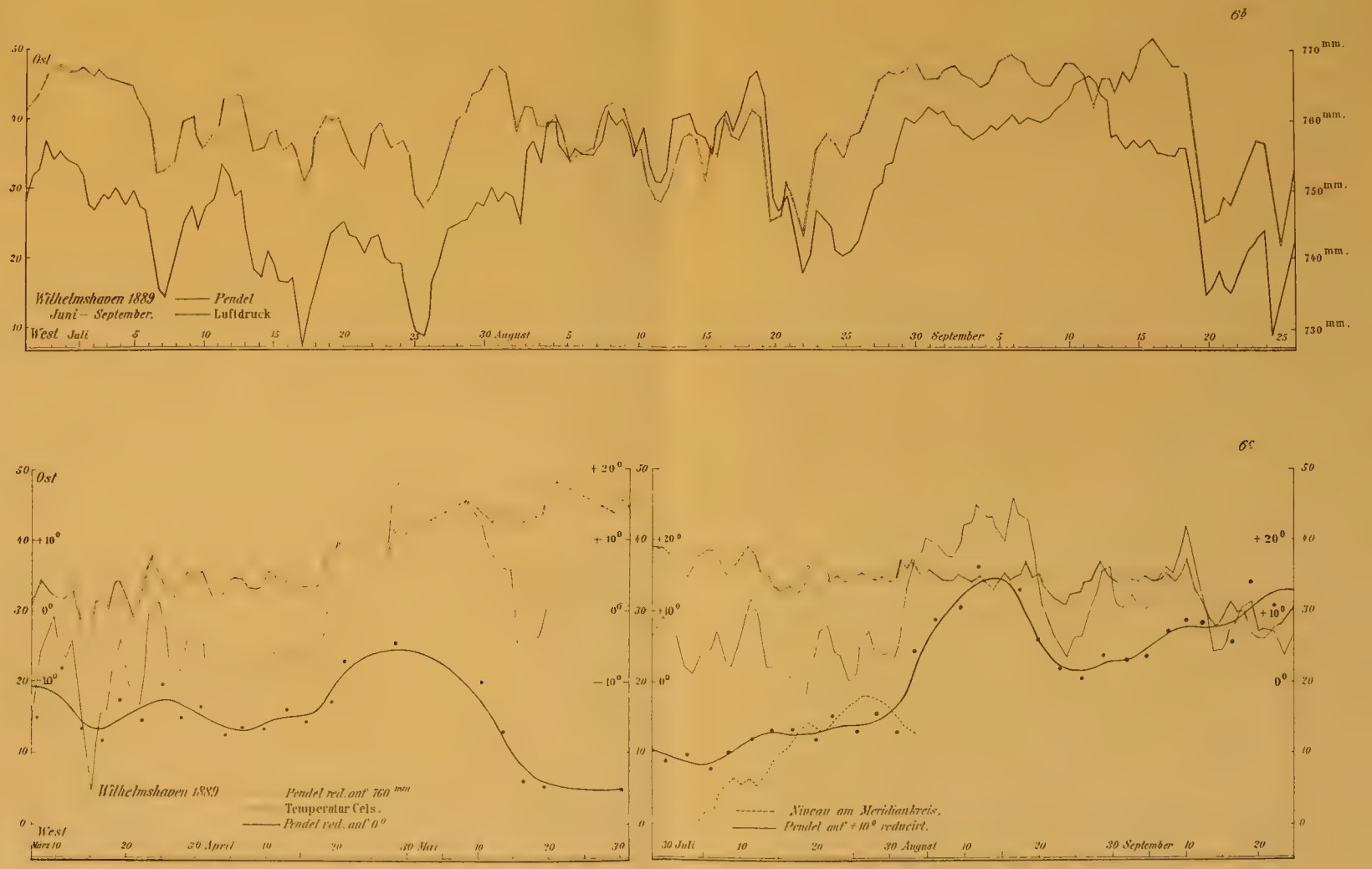
Potsdam. 1889.



Puerto Orotava. 1891.

Lith. Anst. Joh. as Klinkhardt, Leipzig.

E. v. Rebeur-Paschwitz: Das Horizontalpendel. Taf. 2.

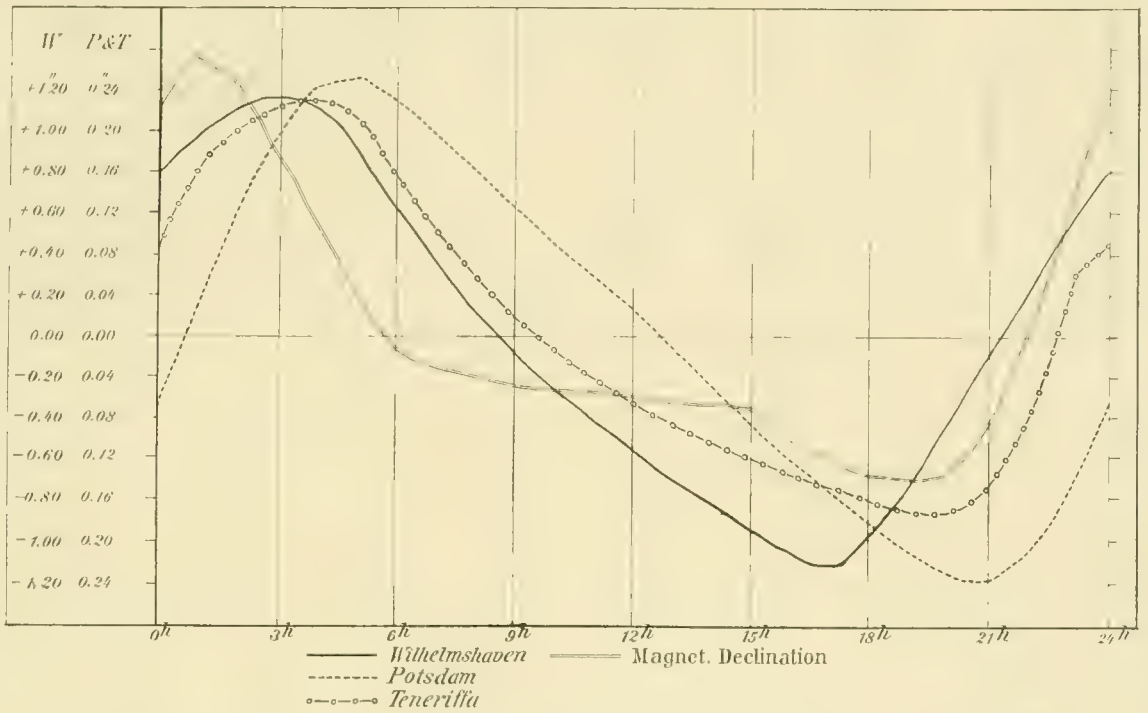


Lith. Anst. Julius Klinkhardt, Leipzig

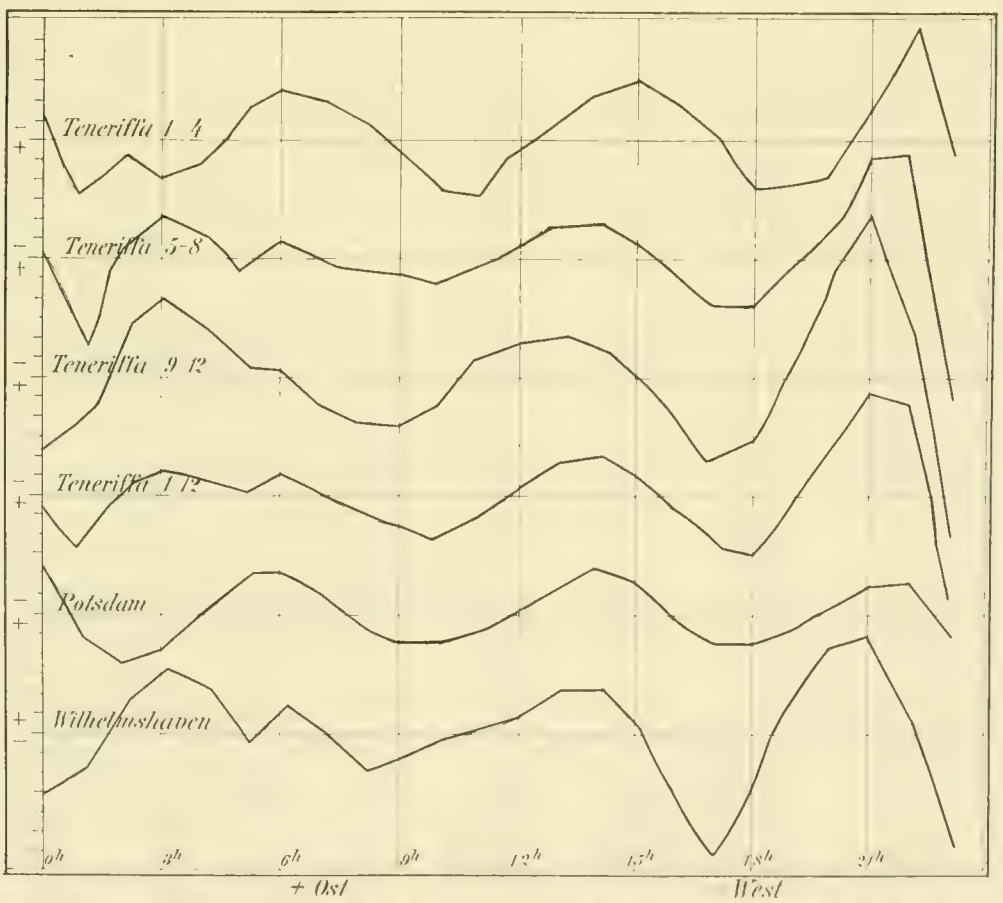
E. v. Rebeur-Paschwitz: Das Horizontalpendel. Taf. 3.

Curven der täglichen Periode.

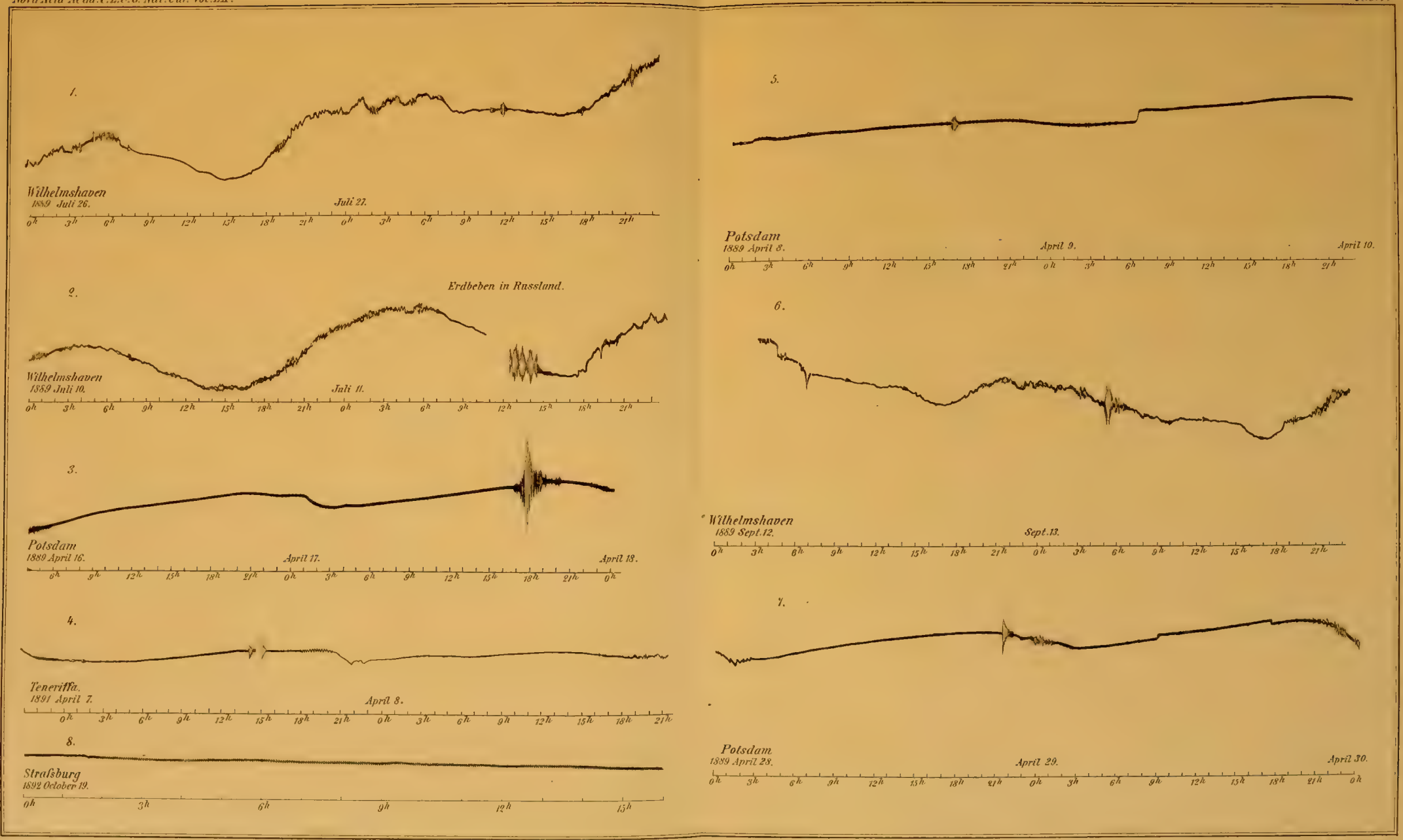
4.



5.



E. v. Rebeur-Paschwitz: Das Horizontalpendel. Taf. 4.



E. v. Rebeur-Paschwitz: Das Horizontalpendel. Taf. 5.

NOVA ACTA
der Ksl. Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher
Bd. LX. Nr. 2.

Ueber exotische Hepaticae,

hauptsächlich aus Java, Amboina und Brasilien,

nebst einigen morphologischen und kritischen Bemerkungen über Marchantia

von

Dr. **Victor Schiffner.**

Mit 14 Tafeln Nr. VI—XIX.

Eingegangen bei der Akademie am 18. August 1892.

HALLE.
1893.
Druck von E. Blochmann & Sohn in Dresden.
Für die Akademie in Commission bei Wilh. Engelmann in Leipzig.

In den letzten Jahren hatte sich mir ein ziemliches Material unbestimmter exotischer Lebermoose angehäuft, an deren Bestimmung und Aufarbeitung ich endlich am Schlusse des Jahres 1891 gehen konnte. Es fanden sich unter diesem Materiale so viele neue Arten und Varietäten, dass ich sogleich an die Veröffentlichung meiner Bestimmungsresultate dachte. Einen nicht geringen Theil der mir vorliegenden Pflanzen verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Prof. Dr. K. Goebel, welcher die betreffenden Lebermoose eigentlich nur zu morphologischen und biologischen Untersuchungen in Java[1]) gesammelt hatte und demzufolge die Pflanzen an Ort und Stelle in Spiritus einlegte. Er hat unterdessen in „Annales du Jardin botanique de Buitenzorg" Bd. VII, 1888, und Bd. IX, 1890 seine sehr interessanten Studien über einige dieser Pflanzen veröffentlicht und äusserte den Wunsch, dass dieses Material auch vom systematischen Standpunkte aus bearbeitet werden möchte. Dies machte es mir sozusagen zur Pflicht, meine Bestimmungsresultate zu publiciren.

Ich habe es für zweckmässig gehalten, nicht nur die Diagnosen der neuen Arten in die vorliegende Arbeit aufzunehmen, sondern auch die bereits bekannten Arten mit anzuführen, da von letzteren immerhin einige an neuen Standorten gesammelt sind und mir die Aufzählung auch dieser Arten Gelegenheit bot, kritische und diagnostische Bemerkungen über einzelne derselben zu machen.

---

[1]) Nach brieflicher Mittheilung des Herrn Prof. Dr. Goebel hat derselbe ausschliesslich in West-Java und speciell am Salack und Gedé im Winter 1885/86 gesammelt. Die Pflanzen, bei denen im Texte steht: ded. Prof. Goebel (1889) sind von Dr. G. Karsten im Hochsommer 1889 auf Java für Herrn Prof. Goebel gesammelt worden.

Was das Material anbetrifft, so besteht es aus mehreren Collectionen, die verschiedene Sammler in weit auseinander liegenden Erdstrichen zusammengebracht haben, und zwar: 1) Die oben erwähnte Sammlung javanischer Lebermoose von Herrn Prof. Goebel und zwei Kästchen mit mikroskopischen Präparaten, welche mir derselbe in liebenswürdiger Weise zum Studium lieh. 2) Einige *Hepaticae* aus Brasilien, gesammelt von Prof. Dr. Schenk, deren Uebermittelung ich ebenfalls Herrn Prof. Goebel verdanke. 3) Eine kleine Collecte, die ein Sammler des Herrn Naturalienhändlers V. Frič in Prag, Namens Hantsch (ein Tischler von Profession), im südlichen Brasilien bei Santa Catharina sammelte und nebst zahlreichen Laubmoosen als Packmaterial für Vogelbälge etc. verwendete. 4) Ein anderer Sammler des Herrn V. Frič, Namens Topič, sammelte für mich in Australien in der Gegend von Rosedale (Victoria, Gippsland) zahlreiche Laubmoose, zwischen denen sich auch einige Lebermoose befanden. Diese sowie die sub 3 genannten Lebermoose erhielt ich durch freundliche Vermittelung des Herrn Präparator C. Polák, der Herrn Frič bat, seine Sammler zu veranlassen, für mich auch einige Moose zusammenzubringen. 5) Eine sehr schöne Collecte von Lebermoosen, die Herr Dr. G. Karsten (Privat-Docent an der Universität Rostock) in Amboina und Java gesammelt hat und mir in freigebiger Weise zum Geschenk machte. 6) Eine Anzahl Lebermoose, die mein geschätzter Freund, der Hamburger Botaniker und Forschungsreisende Herr Dr. O. Warburg, in Deutsch-Neu-Guinea, Java, Japan etc. gesammelt und Herrn Prof. Goebel geschenkt hatte, welcher sie mir übermittelte. 7) Einige ältere Determinanda meines Herbars von verschiedenen Sammlern. 8) Etliche *Hepaticae,* die von Frl. Elise Laux im Jahre 1891 am Cap der guten Hoffnung gesammelt und mir von meinem Freunde, Herrn Dr. A. Nestler, geschenkt wurden.

Ich nehme mit Vergnügen die Gelegenheit wahr, allen den Herren, welche mir diese Materialien schenkten, meinen herzlichsten Dank auszusprechen. Ganz besonders muss ich ferner noch meinem hochverehrten Freunde, Herrn Franz Stephani in Leipzig, danken, der mich in bereitwilligster Weise mit Rath und That bei dieser Arbeit unterstützte und mir seine gediegenen hepaticologischen Kenntnisse in uneigennütziger Weise zur Verfügung stellte. Derselbe hat einen Theil des Materials revidirt und mir über einige Arten

schätzenswerthe Details mitgetheilt, die ich an geeigneter Stelle in dieser Abhandlung verwerthet habe. Die Liebenswürdigkeit des genannten Herrn ist um so rühmlicher, als derselbe durch Berufsthätigkeit und eigene wissenschaftliche Arbeiten ungemein in Anspruch genommen ist. Endlich will ich noch dankbar der Bemühungen des Herrn Dr. Günther Ritter von Beck in Wien gedenken, welcher sich durch Zusendung von Vergleichsmaterial aus dem Herbarium Lindenberg ein bedeutendes Verdienst um diese Arbeit erworben hat.

In der Anordnung der Gattungen, sowie bei der Anfertigung der Diagnosen der neuen Arten bin ich Richard Spruce gefolgt und glaube, dass die ausführlichen Beschreibungen im Verein mit den Zeichnungen, die ich durchwegs mit der Oberhäuser'schen Camera entworfen habe, ein ziemlich anschauliches Bild der betreffenden Arten geben werden. Auch habe ich hier und da morphologische Bemerkungen eingestreut, die vielleicht von einigem Interesse sein dürften; eine längere morphologische Notiz über die Gattung *Marchantia*, die sich im Texte nicht gut unterbringen liess, habe ich als Anhang an den Schluss dieser Arbeit verwiesen, ebenso einige kritische Bemerkungen über Arten von *Marchantia* des Lindenberg'schen Herbariums.

Ich übergebe hiermit die folgenden Blätter meinen geehrten Fachgenossen mit dem frohen Bewusstsein, dadurch einen der schönsten und schwierigsten Specialzweige der botanischen Forschung um einen kleinen Schritt gefördert zu haben.

Prag, im Februar 1892.

Der Verfasser.

I. Jungermaniaceae.

Genus Frullania.

1) **F. apiculata** N. ab E. — Java; ded. Prof. K. Goebel (1889). Die normale Form sehr reichlich auch mit Perianthien und ♂. — Java, Provinz Preanger; lgt. Dr. O. Warburg. Eine etwas heller gefärbte Form, die aber sonst mit der normalen Form übereinstimmt. — Amboina, bei Ambon; auf *Anthoceros grandis* J. Angst. wachsend; lgt. Dr. G. Karsten 1889.[1])

Var. Goebelii Schffn. — Hab. Java; lgt. Prof. Dr. K. Goebel 1885/86. Differt a forma normali: toto habitu; caulibus ad 8 cm longis sed multo tenerioribus et fere regulariter 2—3-plo pinnatis; colore dilutiore; foliis longius apiculatis; auriculis permultis evolutis.

Diese merkwürdige Form steht fast genau in der Mitte zwischen *F. apiculata* und *F. Karstenii* Schffn. und dürfte wahrscheinlich eine eigene Art sein, da jedoch Perichätien an den mir vorliegenden Exemplaren fehlen, so möge sie unterdessen hier als Varietät untergebracht werden.

2) **F. atrata** N. ab E. — Brasilien, Joinville, São Bento, Provinz Santa Catharina; lgt. Prof. Schenck, Nov. 1886. (♀ Pflanzen und sehr reichlich ♂ Pflanzen.)

3) **F. cylindrica** G. (= *F. brasiliensis* Raddi) — Brasilien, bei Santa Catharina; lgt. Hantsch, dedit C. Polák (mit Perianthien). — Brasilien, São Bento in der Provinz Santa Catharina; lgt. Prof. Dr. Schenk (mit Perianthien).

4) **F. Ecklonii** Spreng. — Africa, Cap der guten Hoffnung, bei Capetown; an einer *Stictina* mit Perianthien; lgt. Frl. Elise Laux 1891.

---

[1]) Siehe die Bemerkungen über die Blattzellnetze von *F. apiculata* etc. bei *F. Karstenii* Schffn. pag. 224, 225.

5) **F. Gaudichaudii** N. et M. — Amboina, bei Ambon, Tolepoel; lgt. Dr. G. Karsten, 20. Oct. 1889 (♂ Pflanze stimmt mit den Exemplaren von der Insel Guham, lgt. Hombron, sehr wohl überein). — (?) Deutsch-Neu-Guinea, Sattelberg bei Finschhafen; lgt. Dr. O. Warburg. (NB. Die Amphigastrien haben eine etwas andere Form, und dürfte daher diese Pflanze eine neue Art darstellen, da aber meine Exemplare ganz steril sind, so will ich vorläufig dieselbe hier anführen.)

6) **F. Junghuhniana** G. — Java, am Gipfel des Pangerango; auf Baumrinden reichlich, ♂ und mit Perianthien; lgt. Dr. G. Karsten, 20. Febr. 1890.

7) **F. Karstenii** Schffn. n. sp. — (Taf. 1.) — Caules 3—5 cm longi cum fol. 1 mm, rami 0,73 mm lat; fol. caul. (incl. apiculo) 0.5 × 0.36 lobul. evolut. 0.21 mm, fol. ramul. 0.36 × 0.26, lobul. 0.19; fla caul. 0.33 × 0.24, ramul. 0.15 × 0.1; cell. fol. med. (lumen) a) 0.014 × 0.004, b) 0.01 × 0.006, basal. 0.03 × 0.018 mm; bract. ♀ a) lob. 0.81 × 0.37, lobul. 1.1 × 0.22, b) lob. 1.2 × 0.3, lobul. 1.5 × 0.23 mm; bractla. a) 0.78 × 0.39, b) 1.33 × 0.54 mm. [1])

Habitat in insula Amboina prope Ambon, Wawani Hila; lgt. Dr. G. Karsten. Laxe caespitans, tenera, dilute alutacea. Caules tenues, bipinnatim ramosi, ramis primariis aeque ac caules alternatim ramulosis, parce e foliolorum basi radiculosi.

Folia convexiuscula, distiche patentia, oblique ovata, apice mucrone haud incurvo cuspidata, basi antica rotundata caulem vix superantia, margine anguste subinvoluto; lobulis fere omnibus evolutis, acutis marginibus revolutis, nonnullis ad ramulos saccato-cylindricis, stylo interjecto parvo glandulaeformi.

Cellulae parvae, pellucidae, rhombeo-rotundatae, parietibus circa-circum aequaliter sed non tantum incrassatae, parietibus sublaevibus. Cellulae basales 6 vel plures caeteris multo majores fere ocellum sistunt, quarum parietes eroso-vel si mavis noduloso incrassatae sunt.

[1]) Die Buchstaben a), b) vor den Maassen bedeuten immer, dass die Maasse des betreffenden Theiles von verschiedenen Objecten, z. B. die Bracteae von einem Perichaetium a) und aus einem anderen b) gemessen wurden. Zum Vergleiche gebe ich die Maasse von *F. apiculata* N. ab E. var. *obscura* aus Java: ♂ Caul. 4—7 cm; fol. caulina (incl. apiculo) 1 × 0.69 mm, ramul. 0.48 × 0.3; foliola caul. 0.46 × 0.48 mm, ramul. 0.33 × 0.24; bract. ♀ lob. 1.73 × 0.6 mm, lobul. 1.6 × 0.54; bracteola 1.83 × 0.86; per. 2.6 × 1.2 mm; cellulae 0.0128 × 0.0066 mm.

Foliola caulina caule latiora, ovata, ad medium incisa, marginibus revoluta, ramulina multo minora, angustiora.

Flores dioici; ♀ tantum visi ramulos parvos terminantes; folia floralia 2—3-juga, inferiora foliis caulinis similia sed lobulis sensim multo majoribus. Bracteae lobo ovato-lanceolato, acuto, margine integerrimo vel obtuse 1—2-dentato, lobulo cultriformi, multo longiore, margine revoluto plerumque 1—2-dentato. Bracteola magna, oblongo-ovata, ultra medium bifida margine revoluto saepissime obtuse 1-pluridentata.

Perianthium tricarinato-prismaticum, apice rotundatum, breviter tubulosum. Caetera haud vidi.

F. Karstenii ist mit *F. apiculata* N. ab E. ganz nahe verwandt, unterscheidet sich aber von dieser durch folgende Merkmale: 1) Die ganze Pflanze ist viel zarter; 2) die Blätter sind nur etwas mehr als halb so gross wie bei *F. apiculata*; 3) die Farbe ist blass gelbbraun und die Blätter sind sehr durchscheinend (bei *F. apiculata* dunkel schwarzroth und opak); 4) die Lobuli (auriculae) sind fast alle aufgerollt, nur einige wenige an den Aestchen sackartig; die Blattspitzen sind nicht eingekrümmt, sondern flach vorgestreckt; 5) das Zellnetz bietet einen ganz anderen Anblick, die Zellen sind ringsum gleichmässig verdickt (vide Bemerkung I); 6) die Bracteae besitzen eine etwas andere Form und sind deren Lobuli (öfters auch die Lobi) am Rande mit wenigen stumpfen Zähnen bewehrt (bei *F. apiculata* stets ganzrandig). In einem Perichätium fand ich aber auch bei *F. Karstenii* die Bracteae ganzrandig.

Bemerkung I. Die Zellen von *F. Karstenii* sind rhombisch-rundlich und zeigen ringsum eine gleichmässige Verdickung wie bei *Jubula* (Fig. 25, 26). Das Lumen ist nicht ausgefressen (oder knotig), sondern glatt und zeigt eine doppelte Contour; die innere Linie ist die Grenze des den Wänden nicht vollkommen anliegenden Primordialschlauches. Das Zellnetz ist sehr durchsichtig. Das Zellnetz der älteren fast schwarz gefärbten Blätter von *F. apiculata* gewährt einen ganz anderen Anblick (Fig. 28). Hier erscheinen die Zellen dreifach contourirt, die innerste Linie begrenzt den Primordialschlauch, die zweite das hier etwas knotige Zelllumen, die dritte umgiebt die Zelle als ein breiter kreis- oder ellipsenförmiger Hof, so dass zwischen diesen Linien

der angrenzenden Zellen kleine heller gefärbte Dreiecke in den Ecken übrig bleiben, die aber nicht den dreieckigen Zelleckenverdickungen bei anderen Lebermoosen entsprechen, sondern dieser Hof entsteht, wie man sich durch einen Blattquerschnitt (Fig. 29, 30) überzeugen kann, auf folgende Weise: Das etwas höckerige Zelllumen ist von einer dicken Zellhaut von stark gebräunter Cellulose umschlossen, deren äussere Fläche vollkommen glatt ist, wodurch kugelige oder ellipsoidische Körper entstehen, die natürlich zwischen einander dreieckige Interstitien lassen müssen; diese letzteren sind von blasser, fast hyaliner Cellulose ausgefüllt. Die dicke, dunkel gefärbte Zellhaut erscheint bei mittlerer Einstellung als wohlumschriebener Hof um die Contour des Zelllumens. Die eigentlichen Zellgrenzen sind in beiden Fällen kaum wahrzunehmen, werden aber sehr deutlich, wenn man die Objecte mehrere Stunden in eine Mischung von Salzsäure, Wasser und etwas Chlorkalium legt, welche ein ausgezeichnetes Mittel ist, um stark gebräunte Zellhäute zu bleichen. Dann werden die Primordialschläuche noch mehr contrahirt, die Grenzlinien der Zelllumina verschwinden fast ganz, dafür werden aber die Zellgrenzen sehr deutlich sichtbar und theilen das Zellnetz in sehr regelmässige Sechsecke, die sich durch Drücken leicht isoliren lassen; die Eckpunkte derselben fallen in den Mittelpunkt der Interstitial-Dreiecke. In diesem Zustande sehen beide Zellnetze fast ganz gleich aus. Die Basiszellen sind mehrmals grösser und haben knotig verdickte Wände, aber ihre Zellgrenzen sind ebenfalls geradlinig polyedrisch. So unähnlich die beiden Zellnetze sind, so finden sie sich doch beide bei *F. apiculata* öfters am selben Stengel, indem die jüngsten noch nicht ganz entwickelten Blätter der Zweigspitzen ein ähnliches Zellnetz zeigen wie *F. Karstenii,* so dass es den Anschein hat, als wären alle Blätter bei letzterer auf diesem jugendlichen Stadium stehen geblieben.

Bemerkung II. Ob die *F. Karstenii* vielleicht doch nur als sehr auffallende und abweichende (vielleicht durch einen anormalen Standort bedingte?) Varietät von *F. apiculata* zu betrachten ist, wage ich nicht ganz in Abrede zu stellen. Für diese Ansicht spricht der Umstand, dass Herr Prof. Goebel in Java zwischen *F. apiculata* eine Pflanze gesammelt hat, die in Grösse, Farbe, sowie in allen anderen Beziehungen genau eine Mittelform zwischen *F. Karstenii* und *F. apiculata* darstellt. Vielleicht ist diese Pflanze auch specifisch verschieden von beiden. Siehe oben *F. apiculata* var. *Goebelii* Schffn. nov. var.

8) **F. Mundiana** L. et. G. — West-Java; lgt. Prof. K. Goebel, Winter 1885/86. — NB. Diese Art ist wohl kaum specifisch verschieden von *F. Ecklonii,* wie dies schon Gottsche in Mex. Leverm. ebenfalls vermuthet.

9) **F. nigricaulis** N. ab E. — West-Java; zerstreut, doch reichlich zwischen *F. reflexistipula* Sande Lac., *F. apiculata* N. ab E. u. a.; lgt. Prof. K. Goebel Winter 1885/86.

10) **F. nodulosa** N. ab E. — Amboina, Tolepoel; an Zweigen reichlich (die normale Form, bei welcher die Blattspitzen breit nach rückwärts gebogen sind); lgt. Dr. G. Karsten 20. Oct. 1889.

11) **F. obcordata** L. et. L. — Brasilien, bei Neu-Freiburg; an Baumrinden, mit Perianthien; lgt. Beske. — Brasilien, bei Santa Catharina; auf Wurzelwerk mit *Plagiochila ulophylla,* mit reifen Früchten; lgt. Hantsch 1889 (ded. Polák). — (NB. Diese Art gehört unzweifelhaft in das Subgenus *Diastaloba* Spruce Hep. Amaz.)

12) **F. ornithocephala** N. ab E. var **major** Syn. p. 425. — Amboina, bei Ambon; spärlich zwischen anderen Lebermoosen, doch mit Perianthien; lgt. Dr. G. Karsten Oct. 1889.

13) **F. reflexistipula** Sande Lac. — Java; reichlich, meistens steril oder mit ♀ Inflor.; ded. Prof. K. Goebel (1889).

14) **F. serrata** G. — Java, Buitenzorg; mit Perianthien und Androec.; lgt. Prof. K. Goebel. — Java, Provinz Preanger; mit Perianthien; lgt. Dr. O. Warburg. — Africa, Ins. St. Thomè, Tras os Montes 900 m; mit Perianthien unter *Sendtnera diclados* [A. F. Moller, Flora de St. Thomè e Principe no. 1334]; lgt. Francisco Quintas 1888.

NB. Spruce bezeichnet alle Arten seines Subgenus *Thyopsiella* in Hep. Amaz. als diöcisch, was unrichtig ist, denn *F. serrata* ist ganz unzweifelhaft monöcisch.

15) **F. Stephanii** Schffn. n. sp. — (Taf. 2. Fig. 1—22.) — Caul. 3—4 cm long., cum fol. 2.5 mm lat.; fol. caul. 1.75 × 1.25, ramul. 1.25 × 0.875; auric. cum apice lat. 0.52, alt. 0.3; stylus 0.28; cell. marg. 0.024 × 0.015, basal. 0.05 × 0.018; fla. caul. 1 × 1.08, ramul. 0.75 × 0.75.

Hab. Africa, Ins. St. Thomè; lgt. Francisco Quintas 1888 (ded. cl. F. Stephani 1890.)

Caespites intricatos, latos formans; brunneo-viridis ad rubro-fusca, opaca. Caules nigri, rigidiusculi, laxe pinnati, ramis longis hic illic ramulis brevibus praeditis, e foliolorum basi parce radicellosi.

Folia contigua vel dissituscula, distiche patentia, convexa, late ovata, obtusa, basi rotundata caulem late superantia, apice late rotundato reflexa; auriculae late compresso-galeatae, apice rostratae; stylus longissimus, galeae altitudinem longitudine adaequans. Cellulae ovales, ambitu et angulis collenchymatice incrassato-nodosae, basales multo majores, triplo fere longiores quam latae, lumine opaco, colore rubro-fusco tincto.

Foliola caulina permagna, magnitudine dimidium folium superantia suborbicularia, basi decurrentia, margine plana, apice sinu parvo rotundato excisa, laciniis acutis subconniventibus; ramulina minora.

Flores dioici, ♀ tantum visi valde juveniles in ramulis brevibus lateralibus. Bracteae 5-jugae; intimae lobo ovali, lobulo magno, acute triangulari integerrimo, marginibus revoluto, basi dente angusto (stylo) praedito. Bracteola plus 3-plo longior, quam lata, ad medium fissa, laciniis angustis. Folia subperichaetialia subsimilia. Pistillidia in flore 2.

Perianthia et androecia adhuc nondum nota.

Diese sehr interessante Art ist sicher sehr nahe mit *F. ornithocephala* N. ab E. verwandt, unterscheidet sich aber ausser durch andere Merkmale sofort durch die auffallend grossen Styli, die bei keiner anderen *Frullania* so stark entwickelt sind. Aufgeweicht färben die Pflanzen das Wasser gelbgrün wie die *Radula*-Arten.

16) **F. tricarinata** Sande Lac. — Amboina, bei Ambon, Tolepoel; an Laubmoosen (*Macromitrium* etc.) mit *Pycno-Lejeunea ceylanica* etc.; lgt. Dr. G. Karsten, 28. Oct. 1889.

17) **F. vaginata** (Sw.) N. ab E. — Forma auriculis pro maxima parte evolutis. — Java; ded. Prof. K. Goebel (1889.). — Java, Provinz Preanger; auf einem Blatte mit *Coluro-Lejeunea acroloba* (Mont.) Steph. und *Drepano-Lej. setistipa* gemeinsam; lgt. Dr. O. Warburg.

NB. Diese sehr schöne, auffallende Art ist von allen anderen Arten des Subgenus *Meteoriopsis* Spruce weit verschieden; unter anderem schon durch die Zartheit und Kleinheit und durch die scharf gezähnten Blätter.

Genus Jubula.

18) **J. Hutchinsiae** (N. ab E.) — **Sullivantii** Spruce Hep. Amaz. p. 62. Foliis integerrimis, longe apiculatis; foliolis marginibus integerrimis, raro uno latere dente longo armatis; auriculis omnibus ecalcaratis.

NB. Spruce's var. *Sullivantii* ist identisch mit Synops. Hep. no. 32. *β* pag. 775. Unsere Pflanze stimmt ganz mit Sullivant's Nr. 271 überein.

Java, Südseite des Pangerango; zwischen *Lepidozia gonyotricha* Sande Lac.; ded. Prof. K. Goebel, lgt. Dr. G. Karsten, 7. Aug. 1889.

Var. **Warburgii** Schffn. var. nov. — Foliis integerrimis, longe apiculatis; foliolis marginibus integerrimis vel dente unico longissimo armatis; auriculis omnibus evolutis, dentes acutos pugioniformes ad foliorum bases, saepe reflexos sistentibus. (Taf. 2. Fig. 23—29.)

Deutsch Neu-Guinea, Sattelberg; lgt. Dr. O. Warburg.

Genus Lejeunea.

A. Subgenus Archi-Lejeunea Spr.

19) **Archi-L. unciloba** (Ldnb.). — Brasilien, Neu-Freiburg; lgt. Beske.

B. Subgenus Thysano-Lejeunea Spr.

20) **Thysano-L. polymorpha** (Sande Lac), var. **undulifolia** Sande Lac. — Java: ded. Prof. K. Goebel (1889).

Anmerkung. Ich glaubte früher, auf diese Art wegen der ganz abweichenden Gestalt des Perianthiums eine neue Untergattung begründen zu müssen, die ich in „Hepaticae der Gazellen-Exped." p. 24 unter dem Namen *Phragmo-Lejeunea* beschrieben habe. Neuerdings habe ich mich aber überzeugt, dass zu dieser Abtrennung keine Nöthigung vorliegt, und stelle also die Pflanze nach dem Vorgange Stephani's wieder zu *Thysano-L.*

C. Subgenus Bryo-Lejeunea Spr. = Bryopteris Syn. Hep.

21) **Bryo-L. diffusa** (Sw.). — Brasilien, bei Santa Catharina; sehr reichlich und mit zahlreichen Perianthien und Androecien; lgt. Hantsch, (ded. Polák 1889).

D. Subgenus Arco-Lejeunea Spr. = Phragmicoma Syn. Hep. ex p.

22) **Arco-L. Hasskarliana** (Gott.). — Java; ded. Prof. K. Goebel 1889. — Amboina, bei Ambon; zwischen *Aneura pinguis,* plt. ♂; lgt. Dr. G. Karsten, Oct. 1889.

E. Subgenus Lopho-Lejeunea Spr.

23) **Lopho-L. adplanata** (N. ab E.). — Forma foliis obtusis integerrimis amphig. permagnis (*β*** Syn. Hep. p. 314). — Java; sterile Stengel, anderen Lebermoosen untermischt; Prof. K. Goebel ded. (1889).

24) **Lopho-L. latistipula** Schffn. et G. (Hep. Gazellen-Ex. p. 30, Tab. 6, 26—28 sub *Hygro-L.*) var. **minor** Schffn. nov. var. — Differt a forma l. c. descripta et depicta: partibus omnibus plus dimidio minor.

Hab. Java; inter *Frullanias*; ded. Prof. K. Goebel (1889).

Anmerkung. Die Pflanze ist vollkommen steril und mir nur in wenigen Stengeln zu Gesicht gekommen; es ist daher nicht ausgeschlossen, dass sie eine eigene Art darstellt. In der blassen Farbe, Form der Blätter und Unterblätter stimmt sie aber mit der von uns l. c. beschriebenen Pflanze recht gut überein, weshalb ich sie vorläufig hierher als Varietät stelle. Wir hatten l. c. *Lopho-L. latistipula* fälschlich zu *Hygro-L.* gestellt, was hier verbessert werden mag.

25) **Lopho-L. Sagraeana** (Mont.). — Amboina; in feuchten Wäldern an Rinden der Bäume, mit Perianthien und ♂; lgt. Dr. Naumann 7. Juni 1875.

F. Subgenus Cauda-Lejeunea Steph.

26) **Cauda-L. recurvistipula** (Gott.). — Deutsch-Neu-Guinea; auf Blättern von *Pittosporum quinquevalvium* Warb. und auf einem phyllodiumartigen Stengel am Sattelberge bei Finschhafen; lgt. Dr. O. Warburg.

Anmerkung. Ist wohl sicher identisch mit *Cauda-L. recurvistipula,* obwohl ich nirgends die oberen Foliola „margine (praesertim ad apicem) undulato-reflexa“ Syn. Hep. p. 326 finden kann. Die Ränder sind flach, die Mitte ist bei den subfloralen gebuckelt und daselbst an der Spitze der Auftreibung „lacinula bifida cristata“; es sind dies vielmehr zwei kräftige, aus der Lamina des Unterblattes hervorwachsende Zähne. Von den beiden mir vorliegenden Perianthien hat das eine postical nur einen Kiel, der gegen die

Spitze einige Zähne trägt. Bei den anderen sind drei nahe neben einander parallel verlaufende Kiele vorhanden. An beiden Perianthien ist der Rand „lacero-dentatus“ und auf der anticalen Seite des Perianthiums verläuft beiderseits parallel mit dem Randflügel ein ebenso gezähnter Flügelsaum, der aber leicht zu übersehen ist, da seine Zähne sich theilweise mit denen des Randflügels decken. In der Mitte der Anticalseite verläuft ein weniger deutlicher Kiel mit einigen Zähnen (vergl. „perianthio dorso ventreque carinatis“ Syn. Hep. l. c.).

G. Subgenus Platy-Lejeunea Spr.

27) **Platy-L. vincentina** (Gott.). — Brasilien, Joinville in der Provinz Santa Catharina; an Baumrinden mit *Cerato-L. variabilis* (Ldnb.); lgt. Dr. Schenk, Nov. 1886.

H. Subgenus Homalo-Lejeunea Spr.

28) **Homalo-L. Bongardiana** (L. et L.). — Brasilien, bei Santa Catharina; lgt. Hantsch (ded. C. Polák 1889). — Guajaquil; auf Blättern und Zweigen von *Colubria sp.*; lgt. Taddaeus Haenke.

J. Subgenus Harpa-Lejeunea Spr.

29) **Harpa-L. acanthogona** Spr. — Brasilien, São Bento, Provinz Santa Catharina; an Bäumen, mit Perianthien und ♂; lgt. Dr. Schenk 1886.

Anmerkung. Diese Pflanze ist monöcisch und stimmt ganz mit der Beschreibung von Spruce (Hep. Amaz. p. 117), an den jungen Zweigen sind aber die Lobuli der Blätter grösser; die Bracteen sind nicht kleiner als die Blätter.

K. Subgenus Odonto-Lejeunea Spr.

30) **Odonto-L. lunulata** (Web.). — Insel Martinique; auf Blättern von *Trichilia simplicifolia;* lgt. Sieber.

31) **Odonto-L. Sieberi** (Gott.). — Brasilien, bei Rio Janeiro; mit Perianthien und ♂; lgt. Beske.

Anmerkung. Ich habe schon längst in den Scheden meines Herbars die Notiz gemacht, dass *Odonto-L. chaerophylla* Spruce identisch ist mit *Odonto-L. Sieberi* (G.); Herr Stephani theilt mir nun mit, dass Spruce diese Ansicht selbst bestätigt. — Die Originale Sieber's Fl. maurit. Nr. 117

auf Blättern von *Memexylon cordatum* Lam. dürften wohl sicher im tropischen Amerika und nicht in Mauritius gesammelt sein, was auch von anderen Sieber'schen Pflanzen, die angeblich den Mascarenen entstammen, gilt, worauf schon Stephani in „Hedwigia" einmal hingewiesen hat. Man hat auch darum auf viele der Etiquetten der Sieber'schen Exsiccaten „Fl. mixta" gedruckt, weil Sieber alles durcheinander geworfen hat. Herr Stephani schreibt mir: „*L. Sieberi* ist jedenfalls in Amerika gesammelt, da ich unter den vielen Hunderten von Mascarenen-*Hepaticae*, die ich in den letzten Jahren bestimmt habe, niemals diese *Odonto-L.*, die doch eine ansehnliche Pflanze ist, gefunden habe."

L. Subgenus Drepano-Lejeunea Spr.

32) **Drepano-L. Blumei** Steph. ms. — (Taf. 3. Fig. 1—4.) — Deutsch-Neu-Guinea, Sattelberg bei Finschhafen; 3000'; auf Blättern von *Aglaia n. sp.* u. a. mit *Lepto-L. corynephora* Steph.; lgt. Dr. O. Warburg.

Anmerkung. Ich will der Publication dieser Art durch Herrn Stephani nicht vorgreifen, die noch in diesem Jahre erfolgen dürfte. Sie ist nach Herrn Stephani's brieflicher Mittheilung identisch mit Nr. 6912 des Herbars Lindenberg (Wien, k. k. Hof-Museum). Ich begnüge mich, vorläufig eine Zeichnung der Pflanze zu publiciren, damit dieselbe nicht unterdessen von anderer Seite als nov. sp. beschrieben werde. — Am nächsten ist diese Art mit *Drepano-L. setistipa* Steph. ms. (siehe unten) und der neotropischen *Drepano-L. inchoata* Meisn. verwandt, unterscheidet sich aber von ersterer durch weniger gezähnte Blätter von etwas anderer Form, durchsichtigeres Zellnetz und ganz andere Unterblätter.

33) **Deprano-L. dactylophora** (N. ab E.). — Java; epiphytisch auf *Pilotrichum undulatum* an *Stemonurus javanicus;* lgt. Dr. O. Warburg. (Nach Stephani im tropischen Asien sehr häufig.)

Anmerkung. Da diese Pflanze sehr mangelhaft beschrieben ist, so gebe ich im Folgenden eine ausführliche Beschreibung.

Caules 3—5 mm longi, cum foliis (incl. spinis foliorum) 0.43 mm lati; folia cum spinis 0.273 × 0.15, spinae ad 0.095, lobul. 0.14 × 0.077; cell. 0.024 × 0.014; foliola 0.14 lata; bract. (lobulo explanato incluso) 0.27 × 0.18; bracteola 0.26 × 0.15 mm.

Planta perpusilla, pallida, ad muscos frondosos arcte repens. Caulis elongatus, parce pinnatim ramosus. Folia distantia, vix contigua, angulo 45° a caule distantia, late-lanceolata, marginibus longissime spinoso-dentatis, dentibus in margine antico saepissime 5, quorum longissimus apicem folii sistit, in foliis caulinis nonnunquam sex inveniuntur, in foliis ramulinis plerumque 4 proveniunt; margo posticus dentibus duobus armatus est, quorum alter longissimus, calcariformis ab apice lobuli angulo subrecto distat. Dentes ad folii apicem deorsum conversi sunt, reliqui sursum nituntur. Lobulus permagnus ultra $^2/_3$ marginis postici tenens, oblongo ovatus, valde inflatus, sub apice oblique truncato sub-constrictus. Cellulae minutae hexagono-oblongae, leptotermes, planae, ad lobulum convexo-sub-prominulae. Dentes basi cellulis biseriatis, apicem versus 2—3 uniseratis formantur.

Foliola parva, ad basin in lacinias setaceas valde patentes, lineam rectam formantes, basi cellulis duobus dein tribus suprapositis aedificatas divisa, ad basin fasciculum radicellarum proferentia.

Flores dioici; feminei tantum visi in ramis pseudolaterales; bracteae uno latere cum bracteolae basi connatae, lobo lobuloque explanato, marginibus spinosis; bracteola bracteis aequimagna, ad $^1/_3$ longitudinis sinu angusto bifida in sinus basi denticulis duobus recurvis armata, marginibus paucispinosa.

Am nächsten verwandt ist diese Art mit *L. pentadactyla* Mont. (Ann. sc. nat. Sér. III. vol. X. 1848. p. 113) aus Taïti, dort heisst es aber: „foliis obovatis apice palmatofissis, laciniis ternis quinisve . . . . . Laciniae triangulares, dentiformes". Ferner gehören in diese Verwandtschaftsgruppe *Drepano-L. muricata* (G.), *D.-L. tridactyla* (G.) und die neotropische *D.-L. pinnatiloba* (G.).

34) **Drepano-L. setistipa** Steph. ms. — (Taf. 3. Fig. 5—8.) — Java, Provinz Preanger; auf verschiedenen Bättern reichlich; lgt. Dr. O. Warburg. — Java, Tjibodas; gemeinsam mit der blätterbewohnenden *Ephemeracee,* die Prof. Goebel in „Ann. de Jard. bot. de Buitenzorg" beschrieben hat; lgt. Dr. G. Karsten, 25. Febr. 1890.

Anmerkung. Herr Stephani bemerkt dazu in litt.: „Liegt in den Herbarien als *L. inchoata;* diese letztere ist aber eine amerikanische Pflanze, von der sie abweicht, so dass ich sie *L. setistipa* genannt, aber noch nicht publicirt habe. In Java sehr häufig; hat schon Zollinger gesammelt."

In der Hoffnung, dass mein geehrter Freund, Herr F. Stephani, diese Species bald publiciren wird, gebe ich auch von dieser vorläufig nur eine Zeichnung.

35) **Drepano-L. Teysmanni** Steph. — Java, Provinz Preanger; mit einer sterilen *Micro-L.* an Zweigen; lgt. Dr. O. Warburg.

M. Subgenus Lepto-Lejeunea Spr.

36) **Lepto-L. corynephora** Steph. in „Hedwigia" 1890, p. 97. — Philippinen, Insel Sawar; auf Blättern von *Cymelonia memexyloides;* Cuming, Nr. 1678. — Deutsch-Neu-Guinea, Sattelberg bei Finschhafen, 3000′; auf Blättern von *Aglaia n. sp.* mit *Coluro-L. superba* Mont., *Drepano-L. Blumei* Steph. etc.; lgt. Dr. O. Warburg.

Anmerkung. Herr Stephani ist der Ansicht, dass in der Diagnose von *L. corynephora* N. ab E. in Syn. Hep. p. 405 die Merkmale einer *Lepto-L.* (in Syn. Hep. l. c. heisst es, dass sich in Gesellschaft der *L. corynephora* noch *L. vitrea* befinde; diese *Lepto-L.* ist aber verschieden von *L. vitrea*) und einer *Coluro-L.* enthalten sind. Thatsächlich befinden sich auf dem Original-Exemplare, wie ich mich auch selbst überzeugt habe, zwei Arten. Die *Coluro-L.* identificirt Herr Stephani mit einer Species, die Montagne auf einer Handzeichnung, welche zufällig in Stephani's Besitz kam, darstellte und *L. acroloba* benannte (im Manuscript). Den Namen *L. corynephora* legte Stephani der anderen Pflanze bei. Obwohl sich nachweisen lässt, dass spätere Autoren (Gottsche in Icon. Hep. ined. [ipse vidi!], Montagne und andere) unter *L. corynephora* eine *Coluro-L.* verstanden haben, so wird es sich doch schon aus practischen Gründen empfehlen, die Nomenclatur Stephani's zu adoptiren; die Synonymik der beiden Arten stellt sich also folgendermaassen dar: 1) *Lepto-L. corynephora* Steph. = *L. corynephora* Syn. Hep. p. 405, 769 ex p. (fide Steph.). — 2) *Coluro-L. acroloba* (Mont. ms.) Steph. = *L. corynephora* Syn. Hep. ex p. (fide Steph.); *L. corynephora* Gott. Ic. Hep. ined., *Coluro-L. corynephora* in Schiffn. et Gott. Hep. der Gazellen-Exped. p. 35.

37) **Lepto-L. Schiffneri** Steph. (in litt.) n. sp. — (Taf. 3. Fig. 9—14.) — Caul. 10—15 mm longi, cum fol. 2 mm lat.; fol. 1×0.51, lobul. 0.32×0.16;

cell. 0.04 × 0.023, cell. oculaef. 0.064 × 0.03; foliola (distantia inter apices laciniarum) 0.3; bract. lob. 1 × 0.22, lobul. 0.8 × 0.13; per 1.2 × 0.54 mm.

Habit. Java, Provincia Preanger; satis frequens ad folia viva diversarum arborum et fruticum; lgt. Dr. O. Warburg.

Ad folia viva radiatim prorepens vel maculas formans; brunnea. Caules subpinnatim ramosi, ramis alternis brevibus, e foliobrum basi dense radicellosi.

Folia distiche explanata, superiora oblique a caule patentia, subconferta, oblique (fere subfalcato) obovato-oblonga, acuta vel subapiculata, basi angustissima insidentia, margine supero fere semicirculari, margine postico medio late arcuato; apicem versus remote et obtuse dentata. Lobulus $^1/_3$ folii longitudinis adaequans, basi inflatus, apice planus, oblique truncatus. Cellulae oblongae, leptodermes, circacircum nodulosae. Unum quodque folium cellulis 3—4 multo majoribus, ellipticis, pellucidis, in seriem margini postico parallelem dispositis oculatum.

Foliola ad basin fere bipartita, laciniis setaceis, basi 1 (rarius 2) cellulas latis, angulo obtuso divergentibus.

Flores dioici; ♀ ad ramulos perbreves laterales, pinnatim ad caulem dispositos. Bracteae profunde bipartitae, lobo oblique late-lanceolato, acuto, remote denticulato, lobulo parum breviore, lanceolato, subdentato, apice uno latere sub-inciso. Bracteola alte cum bracteis connata, oblongo-linearis, acutata, in utraque latere sub-unidentata, apice sinu angusto bifida, laciniis acutis.

Perianthium exsertum, subprismaticum, apice truncatum, carinis in cornua complanata, brevia, triangularia, acuta protractis. Calyptra magna, stylo e perianthio juniore exserto.

Androecia in planta ♂ copiosa, spiculas laterales graciles, breves longioresve formantia, rarissime ramulos foliosos terminantia; bracteae parvae semiglobosae, 5—10-jugae.

Lepto-L. Schiffneri ist verwandt mit *Lepto-L. vitrea* (N. ab E.), letztere hat aber bis $^3/_4$ eingeschnittene Unterblätter mit lancettlichen, zugespitzten, wenig spreizenden Lappen, die an der Basis vier Zellen breit sind, und die Blätter haben keine Augenzellen. Noch näher steht die Art der *Lepto-L.*

denticulata Steph. (ex ipso) vom Bellender Ker Gebirge in Australien, sie ist aber von letzterer wohl unterschieden durch die reihenweise gestellten Augenzellen. [1])

N. Subgenus Cerato-Lejeunea Spr.

38) **Cerato-L. variabilis** (Ldnb.). — Brasilien, Joinville, Provinz Santa Catharina; an Baumrinden mit Perianthien und Androecien; gemeinsam mit *Platy-L. vincentina* (Gott.); lgt. Dr. Schenk, Nov. 1886.

Anmerkung. Ist die Normalform mit ganzrandigen Blättern; Bracteen und Bracteola gezähnt oder ganzrandig. Die vorliegenden Exemplare sind monoecisch.

O. Subgenus Taxi-Lejeunea Spr.

39) **Taxi-L. lumbricoides** (N. ab E.). — Amboina, Salhaetoe bei Ambon; zwischen *Bazzania insignis*, *Schistocheila sciurea* etc.; lgt. Dr. G. Karsten, 8. Sept. 1889. — Amboina, Wawani Hila; an einem Zweige mit *Pycno-L. trapezia*, *Coluro-L. paradoxa* etc.; lgt. Dr. G. Karsten, 22. Oct. 1889.

Anmerkung. Letztere Pflanze ist blässer gefärbt als ein mir vorliegendes Original-Exemplar von Nees, sonst aber übereinstimmend.

P. Subgenus Hygro-Lejeunea Spr.

40) **Hygro-L. eluta** (N. ab E.). — Brasilien, bei Neu-Freiburg; lgt. Beske.

Anmerkung. Diese Pflanze entfernt sich einigermaassen von den anderen Arten der Untergattung. Die ♀ Inflorescenzen sind entweder pseudolateral an den Aesten oder stehen in den Dichotomieen. Die Bracteola ist an der Basis mit den Bracteen verwachsen. In Gottsche's Icon. Hep. ined. ist diese Pflanze unter dem Namen *Omphalanthus Faxinensis* abgebildet.

[1]) Ich will diese Gelegenheit benützen, zu bemerken, dass *L. perforata* und *L. repanda*, welche ich im „Bot. Centralbl." 1886, Bd. XXVII Nr. 34, 35 publicirt habe, beide zu *Lepto-L.* gehören. Erstere ist nach Stephani's brieflicher Mittheilung wahrscheinlich identisch mit *Lepto-L. trematodes* (N. ab E.), letztere ist nahe verwandt mit *Lepto-L. vitrea* (N. ab E.), aber sicher davon specifisch verschieden. Als Sammler habe ich für beide Pflanzen (l. c.) fälschlich Haenke angegeben; sie sind von Sieber angeblich auf Mauritius gesammelt (Flor maur. Nr. 117), dürften aber dem tropischen Amerika entstammen, da sie mit *Odonto-L. Sieberi* (G.) gemeinsam wachsen (siehe oben die Bemerkung bei *Odonto-L. Sieberi*).

41) **Hygro-L. sordida** (N. ab E.). — Java; ded. Prof. K. Goebel (1889).

Anmerkung. Es ist dies gewiss eine Form feuchterer Standorte. Die Zweige sind üppig verlängert, haben kleinere, entferntere Blätter und viel kleinere Unterblätter und manchmal ist an einzelnen Zweigen der Lobus gegen den Lobulus stark reducirt, so dass diese Zweige mit *Micro-L.* einige Aehnlichkeit haben. An den Hauptstengeln, besonders gegen die Basis, nehmen dann die Blätter und Unterblätter die normale Gestalt an. Es ist erstaunlich, wie sehr Blätter und Unterblätter in Form und Grösse an demselben Stengel variiren.

Hygro-L. amboinensis Schffn. et G. in Hep. der Gazellen-Exp. p. 31 gehört auch in den Formenkreis der *Hygro-L. sordida* und ist der Name daher einzuziehen.

Q. Subgenus Euosmo-Lejeunea Spr.

42) **Euosmo-L. opaca** (Gott.). — Brasilien, Neu-Freiburg; mit Perianthien; lgt. Beske.

43) **Euosmo-L. trifaria** (N. ab E.). — Java; zwischen *Frullania reflexistipula* u. a.; ded. Prof. K. Goebel 1889.

R. Subgenus Pycno-Lejeunea Spr.

44) **Pycno-L. connivens** (Schffn. et Gott.) Hep. d. Gazellen-Exp. — Amboina, bei Ambon, Tolepoel; an *Macromitrium* und anderen Laubmoosen; lgt. Dr. G. Karsten, 20. Oct. 1889.

Anmerkung. Ich habe l. c. bemerkt, dass ich unter den von Dr. Naumann auf der Expedition der „Gazelle" gesammelten Lebermoosen diese Pflanze nicht vorgefunden habe und dass die Beschreibung nach einer Handzeichnung Gottsche's entworfen wurde. Nachdem mir nun Material augenscheinlich derselben Pflanze, ebenfalls von Amboina, vorliegt, kann ich mittheilen, dass sie mit *Pycno-L. ceylanica* (Gott.) identisch ist (fide etiam Stephani); der Name *Pycno-L. connivens* ist also einzuziehen. Der Lobulus ist von Gottsche nicht ganz richtig abgebildet gewesen.

45) **Pycno-L. imbricata** (N. ab E.). — Java, Provinz Preanger; ziemlich reichlich an Blättern und Zweigen; lgt. Dr. O. Warburg.

Anmerkung. Ich hatte diese Art für *Pycno-L. Meyeniana* gehalten; Herr Stephani belehrte mich aber in einer brieflichen Nachricht: „*L. Meyeniana* differt colore glauco, lobulo folio duplo breviore, ubique aequilato, haud fusiformi-angustato, statura minore."

46) **Pycno-L. Schiffneri** (Steph. in litt.). — (Taf. 4. Fig. 5—7.) — Caul. cum foliis ad 2 mm latus; folia 1×0.5 mm; lobulus 0.65—0.76 long., 0.066 lat.; cell. submarg. 0.02×0.02; foliola 0.2×0.24; bract. ♀ 0.72×0.14, lobul. 0.52×0.12; bracteola 0.3×0.2; perianthium 1×0.5 mm.

Hab. West-Java (auf lebenden Blättern?); lgt. Prof. Dr. K. Goebel, Winter 1885/86.

Planta pusilla, grandifolia autem, tenera, hyalina, repens, e foliolorum basi radicans. Caulis tenellus, flexuosus, subhyalinus.

Folia contigua, alternantia, distiche patententia, angulo 45° a caule distantia, semi-obcordata, obcuneata, basi angusta cuneata inserta, apice rotundata, margine sub-crenulata, ad lobuli apicem sinuato-incisa. Lobulus magnus, $^2/_3$ longitudinis folii adaequans, anguste tubulosus, linearis, strictus, apice sursum uncinato globuloso-inflatus. Cellulae parvae, quadrato-rotundae, irregulares, leptodermes.

Foliola parva, lato-cuneata, ultra medium vel ad basin fere bifida, sinu lato, sub-acuto, laciniis divergentibus, angustis, sub-acutis.

Flores dioici; ♀ terminales vel pseudo-laterales (innovatione apice iterum florifera suffulti). Bracteae parvae, anguste-obcuneatae vel fere linearia, obtusa, lobulo plano, lineari, apice truncato, lobo subaequilato. Bracteola foliolis similis sed major, lobis conniventibus.

Perianthium obovatum, compressum, apice rotundato breviter rostellatum, 5-carinatum, carinis et marginibus sub-tuberculatis.

Androecia ramulos laterales foliis breviores tenentia, pauci-8-juga, bracteis semi-globosis.

Diese höchst merkwürdige Pflanze nimmt unter den Arten der Untergattung *Pycno-L.* eine ganz isolirte Stellung ein und nähert sich durch den zarten Bau, im Habitus, in der Blattform und in der Form der Unterblätter eher der Untergattung *Lepto-L.*, weicht aber doch durch die Form des Lobulus und durch das Perianthium weit davon ab. Herr F. Stephani, dem ich die Pflanze zur Ansicht sandte und dem dieselbe ihren Speciesnamen

verdankt, ist vollkommen davon überzeugt, dass dieselbe zu *Pycno-L.* zu stellen ist, ein Urtheil, dem ich mich gern anschliesse, da Stephani nebst Spruce sicher der beste Kenner der schwierigen Gattung *Lejeunea* ist. Ich habe leider nur ein sehr spärliches Material zu Gesichte bekommen, welches aber alle für die Feststellung der Art wichtigen Theile gut entwickelt zeigt. An einem Exemplare, welches ich auch abgebildet habe (Taf. 4. Fig. 5), zeigt die Stengelspitze eine ganz anormale Beblätterung; auf die normalen Blätter folgt nämlich plötzlich eine Anzahl von dicht gedrängten Blättern, die in ihrem Aussehen ganz an ♂ Bracteen erinnern, und ich hielt sie anfänglich auch für solche, Herr Stephani belehrt mich aber, dass dies jedenfalls nur verkümmerte Blätter einer ungünstigen Vegetationsperiode sind. Auch die Foliola dieser Stengelpartie sind anders; sie sind viel kleiner, kaum breiter als der Stengel, mit nach vorn gerichteten, nicht spreizenden Lacinien. Einzelnen Zellen der Blätter sitzen hier und da grössere kreisrunde hyaline Zellen auf, die jedenfalls identisch sind mit den ganz ähnlichen Bildungen bei Arten von *Colo-L.* und *Lepto-L.* und als Brutzellen fungiren. Die Pflanze ist so ausgezeichnet, dass sie mit keiner anderen *Lejeunea* verwechselt werden kann.

47) **Pycno-L. trapezia** (N. ab E.) — Java; ded. Prof. K. Goebel (1889). — Amboina, Wawani Hila bei Ambon; ♂ Pflanze an einem Zweige mit *Taxi-L. lumbricoides, Coluro-L. paradoxa* etc.; lgt. Dr. G. Karsten, 22. Oct. 1889.

S. Subgenus Cheilo-Lejeunea Spr.

48) **Cheilo-L. novoguineensis** Schffn. n. sp. — (Taf. 3. Fig. 15—22.) — Caul. 1—2 cm longi, cum fol. 0.8—1.1 mm lati; fol. majora 0.57 × 0.44, lobul. 0.13; foliola 0.21 × 0.2 vel minora; cell. med. 0.035 × 0.02; bractear. lob. 0.46 × 0.14, lobul. 0.5 × 0.9; per. 0.86 × 0.47 mm.

Hab. Novo-Guinea germanica, in monte Sattelberg pr. Finschhafen; ad folia *Jambosae* et *Alsterniae* cum *Radula protensa* Ldnb. ♂; lgt. Dr. O. Warburg.

In foliis vivis plagulas irregulares, fusco-virides formans, substrato arcte adpressa. Caulis irrigulariter pinnatus, tener, cellulosus, e foliolorum basi radiatim radicellosus.

Folia contigua, caulina submajora, explanata, plana, late ovata, basi antica caulem haud superantia; marginibus integerrimis, antico curvato, postico subrecto, a caule suboblique patente; apice latissime rotundata. Lobulus a caule angulo recto distans, parvus, vix $^1/_6$ folii longitudinis metiens, subinflatus, breviter conicus, apice oblique truncatus, sensim in folii marginem transiens, in foliis ramulinis saepe obsoletus. Cellulae valde leptodermes sed parietibus medio et angulis subincrassatis, intus annulo lato chlorophylloso notatae.

Foliola caulis latitudinem 3-plo fere superantia, in basin decurrentem subito cuneatim angustata, quo in utraque latere obtuse angulata apparent, lateribus exterioribus parallelis, ad vel ultra medium bifida, sinu fere rectangulari, obtusiusculo, laciniis anguste triangularibus, acutis.

Flores dioici? (♂ adhuc ignoti), ♀ in ramulis brevibus, lateralibus terminales, sine innovatione. Bracteae ad $^2/_3$ bifidae, subcomplicatae, lobo anguste-lingulato, obtuso, lobulo pro more longiore lanceolato, saepius acuto. Bracteola bracteis sublongior, ultra medium bifida, sinu acuto, laciniis subdivergentibus, late-lanceolatis, acutis.

Perianthium dimidio superiore perichaetium superans, complanatum, obovato-oblongum, apice rotundato breviter rostellatum, antice alte uni-, postice alte late- et acute bicarinatum, carinis laevibus.

In den zarten Zellen und der Blattform erinnert diese Art am meisten an die neotropische *Cheilo-L. phyllobola* (N. ab E.) Spruce, ist aber durch die eigenthümliche Form der Unterblätter, sowie durch andere der oben hervorgehobenen Merkmale hinreichend charakterisirt.

T. Subgenus Eu-Lejeunea Spr.

49) **Eu-L. Armitii** Steph. (Hedwigia 1889, p. 22.) — Deutsch-Neu-Guinea, Sattelberg bei Finschhafen, 3000′; auf Blättern von *Coprosma neoguineensis* Wbg. mit Perianthien und ♂; lgt. Dr. O. Warburg.

Anmerkung. Das Original Stephani's stammt von South East Coast of New Guinea.

U. Subgenus Colo-Lejeunea Spr.

50) **Colo-L. ciliatilobula** Schffn. n. sp. — (Taf. 5. Fig. 11—13.) — Caul. 1 cm et ultra longus, cum foliis 3 mm lat.; fol. 1.41 × 1.3 mm, lobul. (haud explan.) 1 × 0.6 mm; cell. submarg. 0.02 × 0.02 mm.

Hab. Java, Provincia Preanger; ad folium vivum una cum aliis *Lejeuneis* foliicolis; lgt. Dr. O. Warburg.

Planta e maximis inter *Colo-Lejeuneis*, brunnea. Caulis repens, parce ramosus, sub-flexuosus.

Folia patentia, dense imbricata, alternantia, convexa, circuitu fere orbicularia, integerrima, margine postico versus lobuli apicem sub-curvato, basi antica caulem superantia; lobulus permagnus plus quam $^2/_3$ longitudinis folii adaequans, oblongo-ovoideus, valde inflatus, apice oblique truncatus, dente parvo terminatus et margine supero prope apicem dente altero magno calcariformi praeditus, margine libero late involuto apicem versus ciliato, dentibus 9—10 apicem versus sensim majoribus. Cellulae parvae rotundo-quadratae, circacircum aequaliter subincrassatae.

Foliola nulla. Fasciculus radicellorum cuique folio tributus. Fructificationem et androecia haud vidi.

Die Zähnung des freien Lobulusrandes wird nur sichtbar, wenn man den Lobus abtrennt und den Lobulus von der Innenseite (Anticalseite) ansieht. Diese Pflanze hat durch ihre bedeutende Grösse und die Kräftigkeit, sowie durch die braune Farbe einen ganz fremdartigen Anblick unter den *Colo-Lejeunea*-Arten. Sicher ganz nahe verwandt ist unsere Pflanze mit der ebenfalls javanischen *L. vesicaria* Sande Lac. (Synopsis Hepaticarum javanic. p. 74 und 198. Tab. XIV). Jedenfalls bilden diese beiden Arten eine eigene Section, aber leider ist die Fructification derselben nicht bekannt.

51) **Colo-L. Goebelii** (Gott. in litt. ad cl. Goebel nomen solum). — Goebel: „Morphol. u. biolog. Studien" in Annales du Jard. Bot. de Buitenzorg. Vol. VII. 1887. p. 49 (sine diagnosi), folium depictum est l. c. Tab. V. Fig. 54 (ic. haud bona). = **Colo-L. Acrotremae** et **Colo-L. cardiocalyx** Schffn. Ic. ined. et mns. — (Taf. 5. Fig. 1—10.) — Caules ad 1 cm longi, cum foliis 1.03—1.62 mm lati; fol. ad 0.77×0.47, lobul. 0.35×0.16; cell. submarg. 0.036×0.03; bract. ♀ lobus 0.68×0.16, lobul. 0.38×0.11 mm (vel imo minores); per. 0.7×0.45 ad 1×0.7.

Hab. Java (westlicher Theil), Tjibodas; auf lebenden Blättern mit der von Prof. Goebel in „Morphol. u. biolog. Studien" beschriebenen *Ephe-*

meraceae; lgt. Dr. G. Karsten, 25. Febr. 1890. (Die var. β vide infra.) — West-Java; auf Blättern von *Hymenophyllum*; lgt. Prof. K. Goebel (forma normalis). — Ost-Indien, Penneng; auf einem Blatte von *Acrotrema Wightiana*; lgt. Wallich (var. γ).

Plantae pallidae vel fuscescentes, sub-pellucidae, gregariae ad folia viva repentes, tenerae. Caules parce ramosi, tenues, pallidi, flexuosi.

Folia patula vel assurgentes, contigua, alternantia, oblique oblongo-ovata, basi perangusta sub-cuneata cauli subtransverse affixa, convexiuscula, apice rotundata, marginibus plus minus remotiuscule denticulata vel sub-integerrima, lobulo majusculo $^1/_2$ fere longitudis lobi adaequante, oblongo-elliptico, sub-inflato, apice oblique truncato bidentulo.

Cellulae hyalinae hexagonae, leptodermes, nonnullae normalibus intermixtae multo majores, rotundae (gemmas proferentes).

Foliola nulla, eorum locis fasciculi radicellorum cuique folio tributi.

Flores monoici, feminei ad ramos vel ramulos perbreves, saepissime innovatione simplici suffulti. Bracteae parvae, cuneatae, angustae, obtusae vel acutae, marginibus remote denticulatae, lobulo angusto dimidium lobi longitudinem superante vel lobo subaequali, acutiusculo.

Androecia ramulos breves laterales tenentia, paucijuga, bracteis fere semiglobosis.

Perianthia foliis longiora, plus minus exacte cordiformia, basi angustata, apice obcordata, subrostellata, valde compressa, medio gibbosa, ecarinata, marginibus denticulis remotis perparvis asperulis; saepius etiam in faciebus singulis denticulis (cellulae acute prominulae) exasperata, demum bilabiata.

Calyptra $^2/_3$ longitudinis perianthii adaequans, pyriformis, subpedunculata. Capsula pallida, setae nodoso-annulatae crassae perianthium longe superanti insidens.

Planta variabilis: α. **Forma normalis** (Taf. 5. Fig. 1—4): Planta hyalina, vix fuscescens, minor, foliis angustioribus, marginibus minute crenulatis (vix denticulatis), cellulis majoribus rotundis crebris, perianthiis minus profunde obcordatis, etiam in facie subasperis.

Var. β. **cardiocalyx** Schffn. (Taf. 5. Fig. 5—8). Planta major, fuscescens, foliis marginibus denticulatis, cellulis majoribus rotundis hic illic obviis; perianthio exacte cordiformi, margine sub-denticulato, facie laevi.

Var. γ. **Acrotremae** Schffn. (Taf. 5. Fig. 9, 10). Planta minor, subfuscescens, foliis basi magis rotundatis (haud sub-cuneatis), marginibus fere laevibus, bracteis obtusis, perianthio minus profunde obcordato, etiam ad faciem sub-asperulo.

Diese zierliche kleine Art gehört in die Gruppe *Leptocolea* Spr. Hep. Amazon. und ist am nächsten der neotropischen *Colo-L. obliqua* (Mont.) verwandt. Sie scheint im indischen Monsungebiete weit verbreitet, aber wegen der Kleinheit und ihrem Vorkommen unter anderen Blätter bewohnenden Arten bisher übersehen worden zu sein.

Colo-L. obliqua (Mont.) Spr. Hep. Amaz. p. 298. — Var. **laevior** Schffn. n. var. — Foliorum marginibus et facie fere laevibus. Brasilien, bei Santa Catharina; reichlich auf Blättern von *Hymenophyllum*, mit Per.; lgt. Hantsch (ded. Pollák, 1889).

52) **Colo-L. paraffinis** Schffn. n. sp. — (Taf. 4. Fig. 8—10.) — Caul. cum fol. latus: 0.86; fol. 0.48 × 0.3, lobul. 0.22 × 0.12; cell. 0.0136 × 0.0076, cellula ocelli media 0.06 × 0.005 mm. [1])

Hab. Java, Provinz Preanger; auf einem lebenden Blatte, steril; lgt. Dr. O. Warburg.

Colo-Lejeuneae floccosae (L. et L.) (vide Tab. 4. fig. 11—13) paraffinis, sed differt, statura fere duplo majore, foliis fere duplo majoribus, pro latitudine longioribus, lobulo semper fere bidentato, dentibus inaequalibus, inferiore majore (in *Colo-L. floccosa* lobulus apice unidentatus est, dente deorsum curvato), foliorum margine antico et apicali minutissime crenulato (haud integerrimo) cellulis, ocelli minus distinctis, saepe sub-biseriatis, parietibus erosis (in *Colo-L. floccosa* parietibus omnino laevibus).

Durch die angegebenen Merkmale von *Colo-L. floccosa* (L. et L.), mit der sie im Zellnetz übereinstimmt, leicht zu unterscheiden, aber immerhin möglicherweise nur eine Var. *major* derselben.

[1]) Zum Vergleiche gebe ich die Maasse von *Colo-L. floccosa* nach einem Original-Exemplare: Caul. lat. 0.53; fol. 0.29 × 0.22, lobul. 0.1 × 0.042; cell. 0.012 × 0.006, cellula media ocelli 0.042 × 0.005 mm.

V. Subgenus Coluro-Lejeunea Spr.

53) **Coluro-L. acroloba** (Mont.) Steph. — Java, Provinz Preanger: ein Stämmchen auf einem Blatte mit *Drepano-L. setistipa* Steph. und *Frullania vaginata;* lgt. Dr. O. Warburg. — Ist eine kleinere, mehr hyaline Form.

54) **Coluro-L. ornata** Goebel (Morph. u. biolog. Studien IV. p. 26. Tab. III. IV. in Ann. du Jard. Bot. de Buitenzorg IX. 1890). — Java, prope Dêpok; in folio, c. fr. maturo; lgt. Dr. G. Karsten 1889 (ded. Prof. K. Goebel). — India orientalis, Penneng; in foliis *Acrotremae Wightianae*, c. per. et ♂, cum *Colo-L. Goebelii* (G.) Schffn.; lgt. Wallich.

Anmerkung. Durch das, was Prof. Goebel über diese hübsche kleine Pflanze sagt, und durch dessen schöne Abbildungen ist die Art genügend charakterisirt; es wäre nur noch etwa hinzuzufügen, dass sie monöcisch ist. Sie scheint im tropischen Asien weit verbreitet zu sein.

55) **Coluro-L. paradoxa** Schffn. n. sp. — (Taf. 4. Fig. 1—4.) — Hab. Amboina, Wavani Hila bei Ambon; an einem dünnen Zweige mit *Pycno-L. trapezia* N. ab E., *Coluro-L. superba* Mont., *Frullania vaginata* (Sw.) N. ab E. etc.; lgt. Dr. G. Karsten, 20. Oct. 1889.

Planta pusilla, fusca, caule ca. 5 mm longo pertenui flexuoso, fere dichotome ramoso, ramis perbrevibus, parce hic illic e basi foliolorum radiculosa.

Folia dissita, biformia: 1) normalia anguste trapezoidea, apice rotundata, basi subdecurrentia, margine postico recto, oblique adscendente; lobulus ultra $^3/_4$ longitudinis lobi, forma illo *Pycno-Lejeunearum* simillimus, subtubulosus, basi latissimus, apice oblique truncatus; 2) folia vesiculosa maxima 1.5 mm longa, 1 mm lata, lobo semi-orbiculato, margine integerrimo vel sub-repandulo, lobulo maximo lobo longiore, utriculoso-convoluto, apice foramen rotundum sistente; alii illorum foliorum apice incurvati, ut folium globosum appareat.

Cellulae valde irregulares hexagonae, subquadratae vel subtriangulares, parietibus aequaliter sub-incrassatis. Minores 0.019×0.02 mm, maximae 0.03×0.02 mm.

Foliola cuique folio tributa, valde inaequalia, illa foliis normalis tributa parva, caule vix 2—3-plo latiora, illa foliis vesiculosis tributa permagna, caule 6-plo latiora, 0.46 mm diametro, omnia orbicularia, basi sub-decurrentia, apice sinu perparvo rotundo excisa, laciniis subconniventibus, acutis.

Caetera desunt.

Eine höchst absonderlich aussehende Pflanze, die durch ihre zweierlei Blätter sehr auffallend ist. Die schlauchförmigen Blätter erinnern etwas an die Wasserschläuche von *Cerato-Lej.* und dürften demselben physiologischen Zwecke dienen, letztere stehen aber immer an der Basis der Seitenzweige, während sie hier ganz anders vertheilt sind; es stehen nämlich am Stengel einige Schlauchblätter und grosse Unterblätter, dann folgt ein Stück des Stengels, welches mit kleinen normalen Blättern und kleinen Unterblättern besetzt ist, worauf abermals Schlauchblätter folgen; die Zweige tragen entweder normale Blätter oder gegen die Spitze zu Schlauchblätter. Die „normalen" Blätter machen ganz den Eindruck, als ob sie nicht ganz vollständig entwickelt wären, sie gleichen ganz und gar schlecht entwickelten Blättern von *Pycno-L. trapezia.* Besser als eine Beschreibung wird ein Blick auf die Zeichnung eine Vorstellung von diesem sonderbaren Gewächse geben. Leider habe ich davon nur einige Fragmente vorgefunden.

56) **Coluro-L. superba** (Mont.). — Deutsch-Neu-Guinea, Sattelberg bei Finschhafen; auf einem Blatte von *Aglaia n. sp.* mit *Lepto-L. corynephora* Steph.; lgt. Dr. O. Warburg.

Anmerkung. Zwischen dieser Pflanze und der von Montagne beschriebenen und abgebildeten (Ann. sc. nat. Ser. 3. tom. X. p. 115. tab. 6. f. 2.) kann ich keinen anderen Unterschied finden, als dass bei meiner Pflanze die Amphigastrien (wenigstens die unteren) mehr spreizen und dass deren Lacinien an ihrer Basis 4—5 Zellreihen breit sind.

Genus Porella.

57) **P. rotundifolia** Schffn. n. sp.[1]) — (Taf. 6.) — Caules ad 9 cm longi, cum fol. ad 4 mm lat; fol. caul. lobus 2.2 × 2.06, lobul. 2 × 1; fol. ramul. lobus 2.06 × 1.9, lobul 1.5 × 0.9; cell. submarg. 0.02 × 0.014, cell. bas. 0.03 × 0.03; fla. caul. 1.6 × 1.5, fla. ram. 1.5 × 1.35; bract. ♀ lobus 2.06 × 1.5, lobul. 1.76 × 0.88; bractla 2.06 × 1.64; per. 4.1 × 2.41; sporog. diam. 1.4 mm.

Habit. Brasilia, ad flumen Napo, fluvii Amazonum tributarium; ad Orchideam quandam, c. fr. et plt. ♂; lgt. ? ded. Prof. K. Goebel.

---

[1]) Den Namen hat mir Herr F. Stephani im Briefwechsel vorgeschlagen.

Laxe intricata, rubusta, fusco-flava. Caulis robustus, 2—3-plo pinnatus, ramis inferioribus cauli magnitudine et structura simillimis, pinnatis, ramulis saepe simplicibus, subattenuatis, apicem versus parce radicellosis. Planta ♂ tenerior, minor, minus ramosa.

Folia convexiuscula, siccate cauli circumvoluta, ad basin fere fissa; foliorum caulinorum lobus latissime cordatus, basi antica interdum subdentata caulem superans, apice latissime rotundato et margine postico (sed haud usque ad insertionem) reflexo, quo forma foliorum primo visu omnino aliter apparet; lobulus maximus linguaeformis, basi extus semi-hastatus, integerrimus apice planus, marginibus inferioribus undulatis, saepe revolutis, margine interiore longe decurrente crispo, in squamulas amorphas, simplices vel bifidas, saepissime cucullatas fisso; folia ramulina similia sed minora loboque explanato fere circulari. Cellulae angulato-ovales valde aequaliter incrassatae, basales multo majores angulis et circuitu collenchymatice nodulosis, incrassationibus trigono-rotundis. Propagula disciformia inveniuntur hic illic in foliis. Foliola late linguaeformia integerrima, latissime rotundata basi subdentata vel integerrima, marginibus anguste revolutis, basi utrinque longissime decurrentia ibidemque aeque ac margo decurrens lobuli in squamulas fissa.

Flores dioici; ♀ in ramulis brevissimis lateralibus; bracteae bijugae, ad medium fissae, lobo oblique ovato integro vel breviter bifido, irregulariter denticulato, lobulo plus dimidio minore, linguaeformi denticulato, saepius subacuto, decurrente aeque ac lobuli foliorum. Bracteola linguaeformis, subdenticulata. Perianthia emersa, late ovalia, compressa, marginibus apicem versus revolutis, quo acuta apparent, antice bicarinata carinis latis obtusis, postice carina unica latissima, ore denticulata, demum bilabiata.

Sporogonium globosum breviter exsertum. Androecia in plantis diversis minoribus, ramulos breves laterales sistentes, basi saepe normaliter foliatos. Bracteae ♂ oppositae bilobae ad basin fere fissae, lobis oblique ovatis concavis, lobuli cum Bracteola intermedia ad apicem fere connatis. Antheridia solitaria globosa, magna, brevissime pedicellata.

Diese prachtvolle Art steht der *P. squamulifera* (Tayl.) Spr. Hep. Amaz. p. 331 sehr nahe und ist vielleicht von dieser nicht specifisch verschieden, da jedoch auch der ausgezeichnete Kenner der Hepaticae Herr F. Stephani die Pflanze für eine eigene Art hält, so habe ich nicht gesäumt, sie als solche zu publiciren.

Die wahre Form der Blätter wird erst klar, wenn man dieselben unter dem Deckglase ausbreitet. Die breit gerundete Blattspitze ist zurückgerollt, daran schliesst sich, durch einen stumpf vorspringenden Winkel getrennt, die breitere Rückkrümmung des Posticalrandes, welche aber nicht bis an den Stengel heranreicht und von oben gesehen, wie eine breite, halbmondförmige Bucht am Posticalrande des Blattes erscheint. — Innerhalb der Bracteen, zwischen diesen und dem Perianthium, stehen einige unregelmässige Schuppenblättchen (Tab. 6. Fig. 16, 17), von denen eines oder das andere öfters an die Innenfläche der Bractee angewachsen und in Zipfel zerschnitten ist, die wie die herablaufenden Ränder der Lobi und Unterblätter, kapuzenförmige Spitzen haben.

58) **P. brasiliensis** (G.) — var. *α* **laevior** et *β* **ciliata** Syn. Hep. — Brasilien, bei Santa Catharina; beide Varietäten öfters im selben Rasen. Sehr reichlich und mit Perianthien; lgt. Hantsch (ded. Polák).

Anmerkung. Der Beschreibung in Syn. Hep., p. 271, möchte ich noch ergänzend hinzufügen, dass der Lobulus (besonders bei Var. *β*) an der dem Stengel zugekehrten Basis in ein muschelförmiges bis halbkugeliges, am Rande gezähntes Oehrchen erweitert ist, welches dem Stengel aufliegt.

Die Unterblätter sind bei Var. *β* viel grösser, dreieckig-herzförmig, dicht ciliirt; bei Var. *α* viel kleiner und schmäler, herz-zungenförmig mit breit abgestumpfter Spitze und nahezu ganzrandig. Die Lobuli der Bracteen, welche nahezu die Länge des Lobus erreichen, sind an ihrer Basis, besonders an der einen Seite, weit herauf mit der sehr grossen Bracteola verwachsen. Das Zellnetz ist wie bei anderen Arten, so auch hier sehr variabel; die Var. *α* hat ganz dünnwandige sechseckige Zellen, bei Var. *β* sind die Zellen grösser, abgerundet und ringsum stärker verdickt. Die Basalzellen sind bei beiden Varietäten auffallend gross und ringsum knotig verdickt.

Genus Pleurozia.

59) **Pl. gigantea** (Web.) Lindb. — Amboina, Salhaetoe; zwischen *Bazzania insignis, Schistocheila sciurea* etc., mit Perianthien und zahlreichen „Röhrenorganen"; lgt. Dr. G. Karsten, 8., 9. Oct. 1889.

NB. Ich fand zwei Formen vor, von denen die eine die Normalform darstellt, von grünlicher Farbe, rothbraun bis karminroth angelaufen, mit ge-

zähntem, welligem Blattlobus und gegen die Spitze verdünnter Auricula, die andere ist eine abweichende Form, die folgendermaassen charakterisirt ist: forma dilute viridis, foliorum lobo omnino integerrimo et vix undulato, auricula apicem versus haud attenuata sed ellipsoidea.

Genus Radula.

60) **R. javanica** N. ab. E. — Java; sehr reichlich; ded. Prof. K. Goebel (1889).

61) **R. multiflora** G. et Schffn. (Hep. Exped. navis „Gazelle" p. 20. Tab. IV. f. 12. 13.) — Deutsch-Neu-Guinea, Sattelberg bei Finschhafen: ♂ Pfl. lgt. Dr. O. Warburg. — Aru-Inseln; ♂ Pfl. lgt. Dr. O. Warburg.

62) **R. protensa** Ldnb. — (Taf. 7. Fig. 1—9.) — Java, am Salak; (Normalform ♂ und c. fr.) und an Laubmoosen und einer *Marchantia* (Var. *β*); lgt. Prof. K. Goebel, Winter 1885/86. — Deutsch-Neu-Guinea, Sattelberg bei Finschhafen; auf Blättern verschiedener immergrüner Gehölze, z. B. *Jambosa, Alsternia* (Normalform ♂ und c. fr.); lgt. Dr. O. Warburg.

Var. *β* **errectilobula** Schffn. nov. var. — (Taf. 7. Fig. 10—14.) — Lobuli apice multo minus extrorsum converso, saepissime errecto, cauli accumbente, marginibus foliorum bractearumque (cellulis marginalibus nonnullis valde elongatis supra marginem longe prominentibus) subciliolatis.

NB. Bei der Normalform kommen sehr häufig auf den Blättern, besonders an deren Rändern, grosse scheibenförmige Brutknospen vor. Der posticale freie Blattrand ist nicht geradlinig, wie meistens bei der Var. *β*, sondern etwas vorgewölbt. Blattzellen 0.013 mm, dünnwandig. Die Spitze des Lobulus ist bei der Normalform immer mehr weniger (oft fast rechtwinkelig) nach aussen gekrümmt, während sie bei Var. *β* dem Stengel genähert oder selbst aufliegend ist, so dass die Axe des Lobulus dem Stengel nahezu parallel ist. An der Spitze der Lobuli jüngerer Blätter ist sehr deutlich eine Keulenpapille zu erkennen. Sporen 0.021 mm im Durchmesser, glatt. Elateren etwa 0.2 mm lang, 0.0048 mm dick, öfters verzweigt. Die ♀ Inflorescenz steht in einer Astgabel (hat beiderseits eine Innovation). Das Sporogon cylindrisch-ellipsoidisch.

63) **R. pycnolejeunioides** Schffn. n. sp. — (Taf. 8. Fig. 1—7). — Caulis 19 mm longus, 1.66 mm latus; foia caul. explanata 1.1 longa, ad basin

0.81 mm lata; lobul. 0.46 longus, basi 0.3, apicem versus 0.2 mm latus; cell. submarg. 0.021×0.0155; amentula ad 0.66 mm longa.

Hab. Amboina, prope Ambon, Salhaetoe; adhaerens *Schistocheilae Doriae* (De Not.); lgt. Dr. G. Karsten, 8., 9. Oct. 1889.

Planta mediocis, rufo-badia, arcte repens, fere eradiculosa, caulis subdichotome paucirameus.

Folia dense imbricata, convexa, superficie cellulis convexo-prominulis sub-papillosa, apice reflexa, ovato-oblonga, caulem versus latissima, apicem late rotundatum versus angustiora, basi antica ab insertione ad caulem subrecte adsendente, caulem vix superante, margine antico alte et subolique arcuato, postico curvato, quo folia in situ naturali fere sub-falcata apparent. Lobulus ad dimidium circiter longitudinis marginis postici productus, in statu explanato semi-ovatus, basi latiore cauli adnatus, versus apicem rotundatum sensim paulo angustior, incisura parva in marginem folii posticum transiens, basi subdecurrens; in situ naturali basi sub-inflatus, margine supero praecipue prae apice paulo inflexo, quo forma lobuli adeo mutatur, ut fere longe trapezoideus appareat.

Cellulae parvae, ellipticae, in superficie folii convexo-prominulae, parietibus valde collenchymatice incrassatis, hic illic porosis, lineiis divisionalibus in interstitiis conspicuis. Amentula mascula ad basin cujusque lobuli, foliis breviora, breviter pedicellata, 3—5-juga; bracteae fere semiglobosae, lobo lobulo vix majore, dorso sub-papillosae.

Fructificatio adhuc ignota.

Diese *Radula* ähnelt äusserlich so sehr einer *Pycno-Lejeunea*, dass ich sie durch den obigen, zwar etwas barbarischen, Namen am besten zu charakterisiren glaubte. Die Analogie im Zuschnitt der Blätter mit ihren eingekrümmten Spitzen, in der Form des Lobulus, besonders, wenn dieser in seiner natürlichen Lage betrachtet wird, in den convex vorgewölbten Zellen, sowie im Baue des Zellnetzes ist wirklich überraschend.

Am nächsten verwandt ist diese hübsche, sehr leicht kenntliche Art mit *Radula amentulosa* Mitten in Seemann, „Bonplandia“ 1861, p. 367, von welcher Art mir Herr F. Stephani die Zeichnung eines Blattes (vom Original-Exemplar) freundlichst mitgetheilt hat, die ich zum Vergleiche auf Tafel 8. Fig. 8. wiedergegeben habe. Die Blätter sind bei *Radula amentulosa* im Umrisse nierenförmig (nicht eiförmig), an der Spitze und Basis ungefähr gleich ver-

schmälert; der Lobulus ist ganz anders; er ist gegen die Basis verschmälert (bei unserer Art an der Basis am breitesten und gegen die Spitze etwas verschmälert). Ausserdem ist unsere Art durch die stark convex hervortretenden Zellen sehr ausgezeichnet, wodurch die Blätter oberseits papillös rauh erscheinen.

64) **R. subtropica** Steph. msc. — (Taf. 7. Fig. 15—18.) — Brasilien, São Bento in der Provinz Santa Catharina; lgt. Dr. Schenck Nov. 1886.

NB. Herr Stephani wird demnächst diese Art publiciren, vorläufig gebe ich von derselben eine Abbildung. Die Pflanze scheint auf lebenden Blättern zu wachsen.

65) **R. tjibodensis** (Goebel, sine descr.) in „Morpholog. und biolog. Studien" I. tab. V. f. 33 (haud bona). — (Taf. 8. Fig. 9—12.)

Caulis 7—10 mm longus, cum. fol. 1.8 mm lat.; fol. lobus 0.92×0.64; lobul. a basi decurrente ad apicem 0.4 mm; bract. ♀ lobus 0.72×0.435, lobul. diamet. 0.39; cellulae (e folii medio) minimae 0.011×0.011 mm, maximae 0.02×0.017 mm.

Habit. Java, Tjibodas; ad folia viva (*Zingiberaceae* cujusdam et aliar. plt.); lgt. Prof. K. Goebel Hiberno 1885/86. — Java, Provincia Preanger; ad folia; lgt. Dr. O. Warburg. — Deutsch-Neu-Guinea, in monte Sattelberg prope Finschhafen, 3000′ supra mare; ad folium *Begoniae fulvovillosae* Wbg., cum *Colo-Lejeunea cardiocalyx* Schffn. etc.; lgt. Dr. O. Warburg.

Planta pusilla, luteo viridis, in foliis vivis arcte repens. Caulis subpinnatus, ramis alternantibus. Folia conferta, subplana, deplanata, lobo ovato, margine antico caulem vix superante, integerrimo, marginibus subundulato-repandis. Lobulus majusculus decurrens, margine interno fere toto longitudine cauli adnato, margine libero bis reflexo-excisus, quo medio apex trigono rotundatus oriatur; excisura externa profundior est et sensim in marginem ventralem lobi transit. Facies postica lobuli in sacculum magnum mammaeformem, apice radicelliferum ampliata. Cellulae parvae, valde inaequales, minores pentagonae majoribus hexagonis commixtae, omnes pellucidae, subleptodermes sine incrassatione trigona in angulis.

Flores dioici. ♀ in dichotomia, i. e. terminales et utraque latere innovatione subflorali suffulti. Bracteae foliis similes sed lobulo subquadrato, plano, haud saccato. Perianthia, sporogonia et androecia adhuc ignota. Propagula

disciformia abundant, praecipue ad foliorum margines; diametro ad 0.2 mm attingunt.

Nach Stephani's brieflicher Mittheilung ist diese hübsche Art nächstverwandt mit *R. mammosa* Spruce msc. — Prof. Goebel hat die Pflanze auf Blättern einer *Zingiberacee* in Gesellschaft der von ihm l. c. beschriebenen merkwürdigen *Ephemeropsis* entdeckt und benannt, ohne sie jedoch näher zu beschreiben. Doch hat derselbe am ang. Orte p. 51 ff. über die Entwickelung der hier ungemein zahlreich vorkommenden und sehr gross werdenden Brutknospen ausführlich berichtet.

Wie für alle Arten der Gattung *Radula*, so ist auch für unsere Pflanze die Form des Lobulus sehr charakteristisch, und sie ist dadurch von den anderen Arten auch im sterilen Zustande leicht zu unterscheiden. Derselbe läuft am Stengel weit herab, der Innenrand ist fast seiner ganzen Länge nach an den Stengel angewachsen, so dass der Lobulus eine nur nach vorn offene Tasche bildet, die auf der Fläche eine grosse nach rückwärts und aussen gerichtete sackartige, oder besser zitzenförmige, Auftreibung besitzt, welche an der Spitze einen Rhizoidenbüschel trägt. Der freie Rand des Lobulus ist folgendermaassen gestaltet: dem Stengel zunächst ist der Rand etwas vorgewölbt, dann folgt eine Einbuchtung, auf welche die Spitze des Lobulus als ein dreieckiger, abgerundeter, etwas vorgezogener Lappen folgt, der dem Stengel ziemlich parallel ist; daran schliesst sich eine zweite noch tiefere Bucht, die durch eine sanfte Krümmung in den Rand des Lobus übergeht. Die beiden Einbuchtungen erscheinen tiefer, als sie wirklich sind, indem in ihnen der Rand des Lobulus etwas zurückgerollt ist. — Die Aeste entspringen immer (wie bei anderen *Radula*-Arten) an der rückwärtigen Basis eines Blattes, so dass dessen Lobulus mit seiner Basis theils dem Stengel und theils dem Aste angewachsen ist.

Genus Martinellia.

66) **M. rigida** (N. ab E.). — Java; zwischen *Jungermania flexicaulis;* ded. Prof. K. Goebel (1889).

Genus Schistocheila.

67) **Sch. aligera** (N. ab E.). — Amboina, bei Ambon, Salhaetoe; einzelne Stämmchen zwischen *Bazzania insignis, Schistocheila sciurea* und anderen

Lebermoosen; lgt. Dr. G. Karsten, S., 9. Oct. 1889. — Amboina, Wawani Hila; zwischen anderen Lebermoosen; lgt. Dr. G. Karsten, 22. Oct. 1889.

NB. Vom letztgenannten Standorte findet sich neben der normalen eine Form mit viel stärker und gröber gezähnten Unterlappen, und die Oberlappen zeigen an ihrem freien Rande, besonders gegen die Spitze hin, 1—2 stumpfe Zähnchen.

68) **Sch. Blumei** (N. ab E.). — Java, Buitenzorg; ded. Professor K. Goebel (1889).

69) **Sch. Doriae** (De Not.). — Amboina, Salhaetoe; ziemlich reichlich zwischen *Bazzania insignis, Schistoch. sciurea* etc.; lgt. Dr. G. Karsten, S., 9. Oct. 1889. — Amboina, Wawani Hila; zwischen *Zoopsis setulosa* etc.; lgt. Dr. G. Karsten, 22. Oct. 1889.

70) **Sch. Neesii** (Mont.). — Amboina, Salhaetoe; spärlich zwischen anderen Lebermoosen; lgt. Dr. G. Karsten, S., 9. Oct. 1889.

71) **Sch. sciurea** (De Not.). — Forma **robustior**, foliis foliolisque longius et densius ciliatis, ciliis saepissime ramosis. — Amboina, Salhaetoe bei Ambon; sehr reichlich in Gesellschaft von *Bazzania insignis* und anderen Lebermoosen; lgt. Dr. G. Karsten, S., 9. Oct. 1889.

Genus Isotachis.

72) **J. armata** (N. ab E.). — Java, Buitenzorg; ded. Professor K. Goebel (1889).

Genus Mastigophora.

73) **M. diclados** (Endl.) N. ab E. — Amboina, Salhaetoe; die Normalform, reichlich aber steril; lgt. Dr. G. Karsten, S., 9. Oct. 1889. — Java, Buitenzorg; Normalform mit reifen Früchten; ded. Prof. K. Goebel (1889).

Var. **Borneensis** (De Not.). — Amboina, Tolepoel; zwischen Laubmoosen; lgt. Dr. G. Karsten, 20. Oct. 1889. — Diese Varietät unterscheidet sich schon habituell von der Normalform dadurch, dass sie viel zarter und nicht rigid ist. Die Blätter sind alle nur zweitheilig, die Unterblätter flach.

Genus Herberta.

74) **Herberta longispina** Jack u. Steph. in Hedw. 1892, p. 15.[1]) — (Taf. 9. Fig. 1—15.)

Caulis 3—5 cm longus; folia 2.17 mm longa, pars basalis 0.435 mm [ca. 20 cellulas] lat., laciniae 1.83—2 mm long., ad basin 0.22—0.26 mm [= 11—13 cellulas] lat.; foliola foliis aequalia; cellulae submarginales 0.0395 mm long., 0.172 lat., 0.024 altae in sect. transv.; cell. medianae costae 0.144 mm long., 0.0172 lat., 0.0395 altae in sect. transv.[2])

Habitat in insula Amboina, prope Ambon, Salhaetoe; inter caespites *Bazzaniae insignis* (De Not.) et *Schistocheilae sciuroidis* (Nees) sparsim; lgt. Dr. G. Karsten, S., 9. Oct. 1889.

Sparsim inter alias Hepaticas, adscendens vel erecta, fere eradiculosa; caules subsimplices, parce ramosi, ramis simplicibus apice subincurvis, aliis flagellatim attenuatis. Flagella adsunt simplices vel ramificata.

Folia densa, (praecipue ad caulium et ramorum apices) falcato-secunda, ab apice usque ad $^1/_6$—$^1/_{10}$ longitudinis bifida, laciniis angulo 35°—70° divergentibus, subaequimagnis, subplanis, longissime subulatis, apice in pilum longum, hyalinum, flexuosum attenuatis, basi 11—13 cell. latis. Pars

---

[1]) Ich hatte diese Pflanze als neue Art *Herberta pilifera* hier im Manuscript beschrieben. Während der Drucklegung dieser Arbeit haben gleichzeitig Jack und Stephani dieselbe Pflanze als neue Art erkannt und in Hedwigia 1892, Heft I/II, p. 15, als *H. longispina* publicirt. Ich konnte den von mir gegebenen Namen noch mit dem von Jack und Steph. vertauschen. Meine ausführliche Beschreibung musste aber beibehalten werden; sie dürfte übrigens die in Hedwigia l. c. gegebene hier und da ergänzen. Dort ist auch die Fructification beschrieben, die mir unbekannt geblieben ist.

[2]) Vergleichsweise lasse ich hier die Maasse der beiden nächstverwandten Arten folgen:
Herberta juniperina (Sw.).

Caulis ad 10 cm longus, folia 3 mm longa, pars basalis 0.65 mm [ca. 70—80 cellulas] lat., laciniae 1.73 mm long. ad basin, 0.3 mm [ca. 25 cellulas] latae; foliola aequalia; cellulae submarginales 0.024 mm long., 0.0172 lat.; 0.029 in sect. transversa altae; cellulae costae medianae 0.103 mm long., 0.0103 latae, 0.043 in sect. transversa altae.

Herberta adunca (Dicks.) B. Gr.

Caulis ad 3.5 cm long ; folia 1.4 mm longa, pars basalis 0.48 mm [ca. 23 cellulas] lat., laciniae 0.87—1 mm long. ad basin, 0.22—0.26 mm [11—13 cellulas] latae; foliola aequalia; cellulae submargin. 0.029 longae, 0.021 lat.; cell. costae medianae 0.0928 longae, 0.0172 mm latae.

foliorum basalis integra, subquadrata, marginibus basin versus runcinato-dentata, dentibus glandulaeformibus. Costa haud bene definita. Cellulae marginales rhombeo-ellipticae, stellatim erosae, costales 8-plo longiores quam latae, omnes insignites incrassatae, interstitiis cellulis aequimagnis; cuticula omnino laevis.

Foliola foliis aequalia aequimagnaque et quoad structuram cum illis omnino congruentia. Flores et fructus adhuc ignoti.

Diese Art unterscheidet sich von allen anderen der Gattung durch die fast bis zur Basis (bis zu $^1/_6$—$^1/_{10}$ der Länge) getheilten Blätter und durch die in ein langes, hyalines Haar ausgezogenen Blattlappen. Im Habitus ähnelt die Pflanze einem wenig verzweigten *Harpidium*, etwa *H. vernicosum*. Verwandt ist unsere Pflanze mit *H. juniperina* und noch viel näher mit *H. adunca* (Dicks.) B. Gr. — Erstere (Taf. 9. Fig. 20—26) ist viel grösser und robuster; die viel grösseren, im Basaltheile bis 80 Zellen breiten Blätter sind nur ungefähr bis zur Hälfte gespalten; die Rippe setzt sich sehr deutlich ab. Die Cuticula ist deutlich gekörnelt. *H. adunca* (Taf. 9. Fig. 16—19) unterscheidet sich durch geringere Grösse und grössere Zartheit, ist aber sonst im Habitus sehr ähnlich. Ihre Blätter sind aber nur bis auf etwa $^1/_3$ der Länge gespalten, die viel kürzeren Lacinien gehen in keine Haarspitze aus und sind stärker rinnig, die Blattbasis ist ganzrandig. In der Textur der Blätter stimmen beide Arten sehr wohl überein; die Rippe ist bei beiden gleich gebildet.

Die Rippe ist bei allen drei genannten Arten einzellschichtig und auf dem Querschnitte zeigen die Rippenzellen und die Randzellen dasselbe Bild. Auf der Flächenansicht sind die ersteren aber ganz anders, sehr langgestreckt und anders gefärbt. Bei *H. juniperina* und *H. pilifera* finden sich am Rande der Blattbasis einige in der Form und Grösse sehr veränderliche Zähne, die meistens aus einer Zellreihe (seltener aus zwei) verdickter Zellen bestehen und eine sehr dünnwandige, hyaline, blasige Endzelle tragen, wodurch sie gewissen Drüsenhaaren phanerogamer Pflanzen auffallend ähnlich sind. — Alle meine Pflanzen von *H. pilifera* sind ganz steril; es ist nicht zu zweifeln, dass diese Art mit der nahe verwandten europäischen *H. adunca* in den Androecien und der Fructification im Wesentlichen übereinstimmen wird.

Genus Trichocolea.

75) **T. Tomentella** N. ab E. — Var. **javanica** N. ab E. — Amboina, Tolepocl bei Ambon; reichlich; lgt. Dr. G. Karsten, 20. Oct. 1889.

Genus Lepidozia.

76) **L. gonyotricha** Sande Lac. — Java, an der Südseite des Pangerango; ded. Prof. K. Goebel (lgt. Dr. G. Karsten, 7. Aug. 1889). — NB. Dies ist dieselbe Pflanze, die früher als Alge unter dem Namen *Kurzia crenacanthoidea* von Martens beschrieben wurde (vgl. Goebel, Morpholog. und biolog. Studien p. 37—40. Tab. IV. Fig. 54—56. in Ann. du Jard. bot. de Buitenzorg, Sept. 1890).

77) **Lepidozia mamillosa** Schffn. n. sp. — (Taf. 10. Fig. 15—19.) — Caules 2—3 cm longi cum foliis 0.5 mm lati, fol. ramul. 0.28 × 0.26; cellulae e folii medio 0.05 × 0.04; fla. ramul. 0.16 × 0.23; bract. ♀ 0.88 × 0.68; cell. e bract. medio 0.1 × 0.05; per. 3.5 × 1 mm.

Habitatio: In Nova Guinea ad terram; lgt. Dr. Naumann in Expeditione navis „Gazelle“ (Jun. 1875).

Dense caespitosa, albido-cinerea. Caules irregulariter pinnati, ramis compressiusculis, subincurvis, inaequalibus, rarius iterum divisis, saepe flagellatim attenuatis, flagella postica, radicantia, microphylla in medio caule obvia. Cellulae corticales caulis maximae, pellucidae.

Folia dense imbricata, subquadrata, 3-partita, limbo basali integro 4 cell. lato, laciniis parvis 2—3 cell. longis, saepissime tribus cellulis tantum formatis. Cellulae magnae, pellucidae, oblongo rotundatae, aequaliter incrassatae, in folii superficie turgide prominentes (ut in *Cephalozia connivente* nostra).

Foliola transversa, foliis minora, 3-partita, limbo basali 2 cell. lato, laciniis 1—2 (raro 3) cellulis formatis. Areolatio illa foliorum.

Flores dioici (?), ♀ tantum visi postici; bracteae 2-jugae, interiores foliis plus triplo majores, 3-partitae, laciniis longis curvatis, 3—5 cell. longis. Cellulae maximae, hyalinae, illis foliorum duplo longiores.

Perianthia alte emersa, bracteis 4-plo longiora, cylindrica, obtuse trigona, apice constricto lacero-fissa, laciniis repando-subdentatis, superficie (praesertim

apicem versus) dense mamillosa, mamillis conicis. Fructum et androecia haud vidi.

Obs. Quamquam habitu et foliorum imbricatione densissima persimilis est planta nostra *Lepidoziae cupressinae* affinibusque, tamen pro certo arcte affinis est *L. oligophyllae* Ldnb., sed habitu notisque supra laudatis distinctissima. *L. oligophyllae* perianthia omnino laevia sunt (conf. Schiffner, Hepaticae in „Forschungsreise S. M. S. Gazelle" IV. p. 18).

Die Pflanze ist durch ungewöhnlich grosse, bauchig aufgeblasene Zellen der Blätter und der Stengelrinde, sowie durch die mit kegelförmigen Mamillen besetzten Perianthien sehr auffallend.

78) **L. trichodes** N. ab E. — Amboina, Salhaetoe; zwischen *Bazzania insignis, Schistocheila scirurea* etc.; lgt. Dr. G. Karsten, S., 9. Oct. 1889. — Amboina, Wawani Hila bei Ambon; lgt. Dr. G. Karsten, 22. Oct. 1889.

79) **L. truncatella** N. ab E. — Africa, Kap der guten Hoffnung, bei Capetown; reichlich; lgt. Frl. Elise Laux, 1891.

80) **L. Wallichiana** G. — Amboina, Wawani Hila bei Ambon; zwischen anderen Lebermoosen an Wurzeln; lgt. Dr. G. Karsten, 22. Oct. 1889.

Genus Psiloclada.

81) **Psiloclada unguligera** Schffn. n. sp. — (Taf. 11. Fig. 1—10.) — Caules usque ad 2.5 cm longi, cum foliis 0.33 mm, sine foliis 0.086 mm lat.; folia (exclusis setis) 0.12 mm longa; cellulae fol. 0.017 mm longae, 0.0137 mm latae, setae 0.043 mm; foliola (exclusis setis) 0.046 mm longa, 0.14 mm lata; bract. ♀ 0.69 mm longae, 0.29 mm latae; cellulae bractearum 0.05 mm longae, 0.015 mm latae.

Habitatio: In insula Amboina prope Ambon, Wawani Hila lecta est (ut videtur ad arborum radices) una cum *Zoopside setulosa* Leitg. a clarissimo Dr. G. Karsten, 20. Oct. 1889.

Caespitosa, cinereo-olivacea. Caules prostrati, eradiculosi (ad ramos flagelliformes tantum subradicantes), tenuissimi, filiformes, fere regulariter alternatim pinnati, rarius elongati subsimplices. Rami plerique laterales, angulo subrecto a caule distantes, alii posticales ex foliolorum axillis orti; rarius proveniunt rami (laterales aut posticales) attenuati microphylli, apicem versus flagelliformes, subradicelliferi.

Folia subcontigua alternantia, oblique inserta, succuba, a caule sub angulo recto distantia, basi latissima caulis dimidium oblique amplectentia, ad medium in lacinias 5—7 digitata. Cuique lacinia apice apposita est sub angulo recto seta erecta, longissima, unguliformis, unica cellula hyalina conformata. Cellulae folii subquadratae vel rectangulares, aequaliter incrassatae, chlorophyllosae.

Foliola dissita, a caule valde distantia, lata, profunde (usque ad 2 series cellularum basalium) 3—4(—5)-fissa, laciniis exterioribus seta apposita longissime ungulatis, interioribus seta minore ornatis. Areolatio ut in foliis.

Flores dioici? ♀ tantum visi, in ramulis brevis, posticis, ex foliolorum axillis ortis, curvatis, foliis a caulinis omnino diversibus vestitis, hyalinis, apicem versus majoribus, ut et bracteolae ad basin fere plurifissis, longe ciliatis. Cellulae magnae, hyalinae, leptodermes, elongato-rectangulares. Pistilla 7—11. Perianthia, fructus androeciaque desiderantur.

Diese höchst eigenthümliche Pflanze gleicht habituell ganz einer zarten *Lepidozia;* auch in der Verzweigung ist äusserlich eine völlige Uebereinstimmung vorhanden, indem auch hier die meisten Aeste lateral sind, während auch posticale Aeste öfters vorkommen, die aus den Winkeln der Unterblätter entspringen. Die lateralen Aeste zeigen hier deutlich, dass dieselben der posticalen Hälfte eines Blattes entsprechen, indem an der Basis eines jeden solchen Astes die beiden anticalen Zähne des betreffenden Blattes ganz normal entwickelt wahrzunehmen sind. Während aber bei *Lepidozia* dieses Blattrudiment in dem vorderen Winkel steht, den der Ast mit dem Stengel bildet, findet es sich hier in dem hinteren Winkel, was mit der unterschlächtigen Blattstellung zusammenhängt. Nach Stephani (Hedwigia 1891, p. 216) ist bei *Lepidozia* stets ein Blatt vorhanden, welches den Seitenast von unten her stützt und demselben seine concave Seite zukehrt. Ein solches fehlt bei unserer *Psiloclada*, die sich darin mit *Sprucella* Steph. gleich verhält. Bei einer anderen Pflanze, die meiner Ansicht nach auch zu *Psiloclada* gehört, nämlich *Lepidozia reversa* Carr. et Pears. sind diese Verhältnisse weniger constant und will ich dieselben anderen Ortes gelegentlich näher beschreiben.

Die Stengel und Aeste von *P. unguligera* haben etwa die Dicke eines Barthaares. Manche Aeste, sowohl laterale wie posticale, sind verlängert, gegen

die Spitze zu verdünnt und kleinblätterig, fast flagellenartig entwickelt und daselbst schwach bewurzelt.

Die Blätter und Unterblätter gewähren unter dem Mikroskope einen höchst seltsamen Anblick. Erstere sind viel breiter als lang und sind von der Mitte der anticalen Stengelseite schräg nach abwärts bis auf die Posticalseite und nach vorn ziehend angeheftet und tief bis auf einen vier Zellen breiten, basalen Limbus in 5—7 fingerartige, oben quer gestutzte Lacinien getheilt, von denen jede eine sehr lange, hyaline, sanft gekrümmte, krallenartige, aus einer einzigen Zelle bestehende Borste trägt, die unter rechtem Winkel daran angesetzt ist. — Die Unterblätter zeigen im Wesentlichen denselben Bau. Der basale Limbus ist nur zwei Zellen breit und die Zähne (an den Aesten meistens drei, am Stengel vier, seltener fünf) sind wie bei den Blättern an der Basis aus zwei neben einander liegenden Zellen gebildet, woran sich noch eine (seltener zwei hinter einander liegende) Zelle ansetzt. Die Borsten der Seitenlacinien sind, wie bei den Blättern, meistens kürzer, als die der mittleren.

Die ♀ Aeste sind postical, aus den Winkeln der Unterblätter entspringend, jedoch glaube ich auch einmal einen sicher lateralen Perichätialast gesehen zu haben. Das Präparat ging aber leider, bevor ich es nochmals untersuchen konnte, verloren. Posticale Fruchtäste finden sich sowohl am Hauptstengel, wie an Seiten- und Posticalästen, selbst bisweilen an flagellenartigen Aesten. Sie tragen auch an der Basis keine den Stengelblättern ähnlichen Blätter, sondern sehr grosse hyaline Blätter und Unterblätter, welche gegen die Astspitze an Grösse zunehmen. Sie sind tief 2-mehrspaltig, lang haarartig zugespitzt und durch einige sehr lange Zellen am Rande ciliirt. Auch das Zellnetz ist von dem der Stengelblätter total verschieden, aus dünnwandigen, sehr grossen, langgestreckten Zellen bestehend.

Perianthien und Androecien konnte ich leider nicht auffinden, doch ist es wahrscheinlich, dass beide im Allgemeinen denen von *Lepidozia* ähnlich sind.

Psiloclada unguligera ist sicher der *P. clandestina* Mitt. nahe verwandt, bei letzterer werden aber die Blätter als viereckig im Umriss angegeben mit vier aufrechten pfriemlichen Lappen, die sich im rechten Winkel daran ansetzen, also wesentlich anders als bei unserer Pflanze.

Eine zweite Art: *P. digitata* Colenso (Trans. New Zeal. Inst. Vol. XVIII.) ebenfalls aus Neu-Seeland, ist nach Stephani identisch mit *Lepidozia Gottscheana* Ldnb.

Schliesslich will ich noch auf einen offenbaren Irrthum in der Gattungsdiagnose von *Psiloclada* in Hooker's Handbook of the New Zealand Flora p. 518 hinweisen, wo es heisst: „Fruit lateral, on very short branches." Die Mehrzahl der Fruchtäste, wenn nicht alle, sind wie bei den verwandten Gattungen postical, jedoch kommen vielleicht, wie ich oben bemerkt habe, gelegentlich auch laterale vor.

Genus Bazzania.

82) **B. alternifolia** (N. ab E.). — Var. *β* **confertior** (Syn. Hep.). — Java, am Pangerango; zwischen *Lepidozia gonyotricha* Sande Lac.; lgt. Dr. G. Karsten, 1889.

83) **B. divaricata** (N. ab E.). — Amboina, Salhaetoe; zwischen anderen Lebermoosen, z. B. *Bazzania insignis, Schistocheila sciurea* etc.; lgt. Dr. G. Karsten, S., 9. Oct. 1889.

84) **B. echinatiformis** (De Not.). — Amboina, Salhaetoe; reichlich zwischen *Lepidozia trichodes* und anderen Lebermoosen an faulem Holze; lgt. Dr. G. Karsten, S., 9. Oct. 1889.

85) **B. horridula** Schffn. n. sp. — (Taf. 11. Fig. 12—22.) — Caulis 14 mm longus; cum foliis 1.42 mm, sine foliis 0.17 mm latus; folia 0.9 × 0.6; cellulae e fol. apice med. 0.025 × 0.02, basales 0.068 × 0.025; foliola 0.31 × 0.41; cell. foliol. 0.0326 × 0.0258; bract. ♂ 0.31 long.; antherid. 0.13 × 0.1, illius pedicellus 0.047 mm.

Habitat ad arborum (radicum?) corticem in insula Amboina, prope Ambon, Wawani Hila; una cum *Lepidozia Wallichiana* G. ubi lecta est a clarissimo Dr. G. Karsten (20. Oct. 1889).

Caespitulos laxos formans, prostrata, olivacea, fere eradiculosa, e foliolorum basi hic illic parce radicellosa. Ramificatio subdichotoma; rami posticales, flagelliformes e foliolorum axillis orti. Etiam caules ramique laterales saepius flagellatim prolongati sunt.

Folia dense imbricata, patentia, ovato-triangularia, convexiuscula, basi antica rotundata caulem non superantia, basi postica insertioni foliolorum approximata sed cum illis haud connata, apice subcucullato-recurva, plerumque bidentula, in pagina antica tota superficie (praecipue apicem versus) muricato-echinata (ut folia *Colo-Lejeuneae calcareae*), papillis longis, conicis,

hyalinis; margine antico apiceque papillis longe prominentibus elegantissime serrulata, postico basin versus laevi, subreflexo. Cellulae rotundatae, valde incrassatae, guttulatae, basin versus majores et medio basi triplo longiores quam latae; cuticula granulata.

Foliola foliis triplo minora, reflexo distantia, rectangulariter reniformia, latiora quam lata, 3—5-denticulata et toto margine papilloso-serrulata. Areolatio illa foliorum sed minus papillosa.

Flores dioici (?), ♂ tantum visi spicula posticalia curvata formant. Bracteae monandrae, valde inflatae, profunde bifidae, lobis fere aequalibus, marginibus subserrulatae, cellulis hyalinis, leptodermibus, apicem versus subpapilloso-prominulis. Antheridia solitaria, magna, subglobosa, breviter pedicellata. Caetera desunt.

Diese interessante Pflanze nimmt in der Gattung *Bazzania* eine Ausnahmsstellung ein, indem sie sich von allen ähnlichen Arten durch die oberseits igelstacheligen Blätter auf den ersten Blick unterscheidet. Am nächsten scheint sie noch der ebenfalls in Amboina heimischen *B. irregularis* Steph. in Hedwigia 1886, p. 133 verwandt zu sein, auch nähert sie sich in der Blattform der *B. involuta* Ldnbg., die aber zu der Gruppe gehört, wo die Basen der Unterblätter mit den Posticalbasen der Blätter verwachsen sind.

86) **B. insignis** (De Not.). — Amboina, Salhaetoe bei Ambon; mit *Schistocheila sciurea* etc. reichlich; lgt. Dr. G. Karsten, 8., 9. Oct. 1889.

87) **B. intermedia** (G. et L.). — Amboina, Wawani Hila bei Ambon; lgt. Dr. G. Karsten, 22. Oct. 1889.

NB. Auffallend bei dieser Species sind die sehr schwach verdickten Zellwände, was sonst beim Genus *Bazzania* sehr selten vorkommt.

88) **B. longidens** (Steph.). — Amboina, Wawani Hila bei Ambon; lgt. Dr. G. Karsten, 22. Oct. 1889.

89) **B. oblonga** (Mitt. sub *Mastigobryo*). — Java, Preanger; mit Laubmoosen und *Radula multiflora* an Baumrinde; lgt. Dr. O. Warburg.

90) **B. pectinata** (G. et L.). — Amboina, Wawani Hila bei Ambon; an Wurzeln ziemlich reichlich mit anderen Lebermoosen; lgt. Dr. G. Karsten, 22. Oct. 1889.

Ich fand einen Stengel mit zwei vollkommen entwickelten Perianthien unter diesem Materiale vor. Die Pflanze war bisher nur steril bekannt. Das

lange, stumpf dreikantige Perianthium mit kurz gefranster Mündung und die gezähnten Involucralblätter unterscheiden sich kaum von denen verwandter Arten, z. B. von *B. affinis* (L. et B.), vide „Species Hepat." *Mastigobryum* Taf. 20.

Aus der Mündung des einen der beiden Perianthien ragte ein kleinbeblättertes sehr schlankes Aestchen hervor. Beim weiteren Präpariren des Objectes zeigte sich zu meiner grössten Ueberraschung, dass dieser Ast im Inneren (in der Basis) der Calyptra entstanden ist und den Scheitel derselben durchbrochen hatte. Neben demselben fand sich in der Calyptra ein ziemlich weit entwickeltes Sporogonium, in welchem schon deutlich erkennbare, aber anormal entwickelte oder vielleicht theilweise zerstörte Elateren vorhanden waren, dieselben zeigten nämlich zwar die beiden Spiralfasern, aber keinen Schlauch, der vielleicht zerstört war, denn auch bei intensiver Färbung mit Methylviolett war von einem solchen absolut keine Spur wahrzunehmen. Eine befriedigende morphologische Erklärung dieses ganz ungewöhnlichen Falles wäre nur dann möglich, wenn man die Entstehung dieses Astes von der Ursprungszelle verfolgen könnte. Ich weiss daher nicht anzugeben, ob der Ast aus einer inneren Wandzelle der Calyptra (des Archegoniumbauches) oder aus einer Zelle des Embryos hervorgegangen ist. Ich habe dieses merkwürdige Object genau mit dem Prisma gezeichnet und auf Taf. 11. Fig. 11 abbilden lassen.

91) **B. uncigera** (N. ab E.). — Amboina, Salhaetoe; zwischen *B. insignis, Schistocheila sciurea* etc.; lgt. Dr. G. Karsten, 8., 9. Oct. 1889.

Die Zähne der Unterblätter sind bei meinen Exemplaren ganz flach und an der stark gerundeten anticalen Blattbasis findet sich meistens ein kleinerer oder grösserer Anhang von sehr verschiedener Form bei den einzelnen Blättern.

Genus Kantia.

92) **Kantia Goebelii** Schffn. n. sp. — (Taf. 10. Fig. 1—10.) — Caules ad 3 cm longi, cum fol. 2.2 mm lat.; fol. 1×0.7; foliola caul. 0.43×0.58, ramul. 0.234×0.34 ad 0.32×0.4; cell. fol. 0.048×0.04, cell. foliol. 0.068×0.024; marsupium 2.3×0.66, 3×0.9 mm.

Habitat in insula Java, ubi coll. hiberno 1885/86 cl. Professor K. Goebel.

Brunnea (in statu sicco). Caules repentes, flaccidi, inter alias Hepaticas repentes, vage ramosi, ramis elongatis, e foliolorum basi radicantes.

Folia disticho-explanata, contigua, in ramis minora, ovato-triangularia, acutata, apice breviter bidentata, dentibus acutis, sinu parvo, semilunari discretis, basi antica decurrente. Cellulae polygonales, leptodermes, valde pellucidae. Foliola foliis plus 4-plo minora, quadridentata, fere semilunata, nempe apice ad medium sinu lato rotundato divisa, cornua sinu obtuso, truncato-bidentata; rarius dens quintus accedit ad marginem. Cellulae illis foliorum teneriores, longiores.

Flores monoici; ♂ amentula formantes minutissima e foliolorum angulo progredientes; ♀ primum ramulos sistunt parvos e foliolorum angulo progredientes, apice pistillidia foliis nonnullis subsquamaeformibus, dentatis obvelata gerentes, demum basis ramuli ♀ in marsupium carnosum, pluristratosum, clavatum, extus radicellosum ampliatur, ore foliis squamaeformibus pistillidia olim obtegentibus coronatum, intus fructum juniorem foventem. Calyptra tenera ultra medium cum marsupii basi connata. Fructus adhuc ignotus.

Von der ganz nahe verwandten *K. bidentula* (N. ab E.) ist unsere Art schon durch die Form der doppelt zweizähnigen Unterblätter auf den ersten Blick zu unterscheiden, welch' letztere denen gewisser Arten von *Chiloscyphus* und *Lophocolea* auffallend ähnlich sind. Die häufigste Form derselben ist die, wo das in seiner Grundform etwa halbkreisförmige Foliolum vorn durch eine breite, stumpfe Bucht bis etwa zur Hälfte zweitheilig und jede der beiden Lacinien abermals durch eine breite stumpfe Bucht zweizähnig ist.

Oefters entspringen aus dem Winkel eines Unterblattes zwei Astanlagen neben einander, von denen sich die eine zu einem Fruchtsacke, die andere zu einem normalen Aste entwickelt. — Nach der Zeichnung zu schliessen, gehört hierher auch die von Pearson in Hepaticae Natalenses p. 13. Tab. VIII. als *K. arguta* N. ab E. beschriebene und abgebildete Pflanze.

Genus Adelanthus.

93) **A. magellanicus** (Ldnb.) Mitt. — Var. **Lindenbergianus** (Mitt. pro sp.). — Africa, Cap der guten Hoffnung, bei Capetown; zwischen *Lepidozia truncatella* etc.; lgt. Frl. Elise Laux 1891.

Genus Cephalozia (sensu Spruce).

94) **C. (Zoopsis) argentea** (Hook.). — Java; auf Bäumen in dem Walde, welcher dem Berggarten in Tjibodas angrenzt (nach Goebel überhaupt in den Bergwäldern West-Javas verbreitet); lgt. Prof. K. Goebel, Winter 1885/86.

NB. Unsere Pflanze hat an den hervorragenden Ecken der Sprossen kleine, aus zwei Zellen gebildete „setulae", wie dies auch Prof. Goebel in „Morphol. und biolog. Studien" I. p. 62 flg. Tab. IX. Fig. 88—93 beschreibt und abbildet, und würde sich dadurch von der Hooker'schen Originalpflanze, wenigstens nach dessen Abbildung, unterscheiden. Diese sehr kleinen „setulae" sind aber keineswegs an allen Sprossen vorhanden. Von der folgenden Art ist diese Pflanze sicher verschieden. Auch Dr. C. M. Gottsche erklärte sie für *C. (Zoopsis) argentea.*

95) **C. (Zoopsis) setulosa** Leitgeb. — Amboina, bei Ambon, Wawani Hila: ziemlich reichlich zwischen anderen Lebermoosen und in reinen Rasen an Baumwurzeln; lgt. Dr. G. Karsten, 20. Oct. 1889.

Genus Chiloscyphus.

96) **Ch. argutus** N. ab E. — **forma minor.** — Australien, Queensland, Cairus; lgt. Dr. O. Warburg.

97) **Ch. aselliformis** N. ab E. — Java: zwischen *Frullanien* und anderen Lebermoosen; ded. Prof. K. Goebel (1889). — Amboina, Salhaetoe bei Ambon; lgt. Dr. G. Karsten, S., 9. Oct. 1889.

NB. Die Unterblätter werden in den Beschreibungen als „bidentata" angegeben; sie haben allerdings vorn zwei längere Zähne, aber ausserdem an den Seiten noch kleinere.

98) **Ch. coalitus** N. ab E. — Java; ded. Prof. K. Goebel; lgt. Dr. G. Karsten, 15. Dec. 1889.

99) **Ch. decurrens** N. ab E. — Java; zwischen *Frullanien;* ded Prof. K. Goebel (1889). — Amboina, Wawani Hila bei Ambon; lgt. Dr. G. Karsten, 22. Oct. 1889. — Amboina, Salhaetoe; zwischen *Bazzania insignis, Schistocheila sciurea* etc.; lgt. Dr. G. Karsten, S., 9. Oct. 1889.

100) **Ch. expansus** N. ab E. — Africa, Cap der guten Hoffnung, bei Capetown; zwischen *Lepidozia truncatella* u. a.; lgt. Frl. Elise Laux, 1891.

101) **Ch. fasciculatus** N. ab E. — Var. **Dregeana** Syn. Hep. — Africa, Cap der guten Hoffnung, bei Capetown; zwischen *Lepidozia truncatella* und anderen Lebermoosen; lgt. Frl. Elise Laux, 1891.

102) **Ch. fissistipus** Hook. et Tayl. — Australien, Victoria, Gippsland, bei Rosedale; lgt. Topič (ded. C. Polák, 1889).

NB. Herr F. Stephani theilt mir mit, dass die Pflanze vom Cap Horn, die C. Massalongo unter diesem Namen ausgegeben hat, einer anderen Art angehöre.

103) **Ch. granulatus** Schffn. nov. sp. — (Taf. 10. Fig. 11—14.) — Caulis 2.5 cm long., cum fol. 3.1 mm lat., caules sine fol. crassi 0.278, ramuli crassi 0.172 mm; fol. caul. 1.55 × (basi) 1.31, ramul. et caulium graciliorum 1.3 × 0.9 (basi latissima); fla. caul. 0.86 × 1, ramul. 0.55 × 0.45; cell. submarg. 0.04 × 0.04 mm.

Habitatio: Amboina, Salhaetoe pr. Ambon; inter caespites *Anastrophylli Karstenii* Schffn. repens; lgt. Dr. G. Karsten, 8., 9. Oct. 1889.

Pallide viridis, fuscescens. Caulis postratus, inter alias Hepaticas repens, e foliolorum basi fasciculatim radicellosus, vage ramosus, ramis simplicibus, saepe parvifoliis.

Folia imbricata, in ramis contigua, explanata, subopposita, ovato-trigona, subacuta, basi latissima cauli affixa, margine postico subrecto, rectangulariter a caule distante, basi folioli basi approximato, sed vix connato, margine antico decurrente; marginibus, apicem saepe bidentulum versus irregulariter crenatis et sub microscopio valde aucta elegantissime granulatis. Folia ramulorum et caulium graciliorum angustiora magis bidentula, margine postico exacte recto. Cellulae rotundae, angulis triangulariter incrassatae, cuticula eximie papillosogranulosa.

Foliola caulina magna, fere 4-plo latiora quam caulis, late rotundata, sinu acutangulo, profundo ad $^3/_4$ longitudinis fissa, laciniis acutis, marginibus subcrenatis. Foliola ramulorum et caulium graciliorum longiora, quam lata, 2—3-plo latitudine caulem superantia, sinu angustiore fissa, laciniis longioribus. Areolatio, ut in foliis.

Caetera desiderantur.

Diese auch im sterilen Zustande leicht kenntliche Art steht dem *Ch. muricellus* De Not. (Epitiche di Borneo p. 24 Tab. XVI.) sehr nahe und ich glaubte ursprünglich, dass De Notaris eine unentwickelte Form unserer Pflanze vor Augen hatte, jedoch ist ausser anderen Merkmalen unsere Pflanze durch die Unterblätter, die stets viel breiter sind als der Stengel, wohl unterscheidbar.

104) **Ch. succulentus** G. — Var. **integrifolius** Schffn. nov. var. — Folia basibus anticalibus haud connata.

Java, Südseite des Pangerango; an *Aneura pinguis* Dum.; ded. Prof. K. Goebel, lgt. Dr. G. Karsten, 7. August 1889.

Genus Plagiochila.

105) **P. bantamiensis** N. ab E. — *Forma ciliis longissimis.* Plt. ♂ — Java; lgt. Dr. G. Karsten.

NB. Prof. K. Goebel hat Blätter dieser Pflanze „Morpholog. und biolog. Studien" II. Taf. V. abgebildet.

106) **P. Belangeriana** Ldnb. — Amboina, Tolepoel bei Ambon; lgt. Dr. G. Karsten, 20. Oct. 1889. (Mit zahlreichen ♂ Aehren.)

107) **P. corrugata** N. ab E. — Brasilien, bei Santa Catharina; auf Wurzelwerk gemeinsam mit *P. ulophylla* N. et M. und *Bryo-Lejeunea diffusa* (Sw.); lgt. Hantsch (ded. Poläk 1889).

Anmerkung. Beide genannten Arten von *Plagiochila* würde ich nur für Formen einer Art halten. Bei dem vorliegenden Exemplare, wo beide gemeinsam wachsen, sind sicher Uebergangsformen vorhanden.

108) **P. deltoidea** Ldnb. — Australien, Victoria, Gippsland, bei Rosedale; lgt. Topič (ded. C. Poläk) 1889.

NB. Es finden sich zwei Formen: die eine ist die Normalform mit ungezähntem Anticalrande der Blätter, die andere ist eine forma foliis majoribus, margine dorsali dentatis. Beide liegen sehr reichlich gesammelt vor mit männlichen Aehren und sehr vielen Perianthien und reifen Sporogonen.

109) **P. dichotoma** (Web.) N. ab E. — Brasilien, bei Santa Catharina; ♂ und mit Perianthien; lgt. Hantsch (ded. Poläk 1889).

110) **P. frondescens** N. ab E. — Java, Südseite des Pangerango; ded. Prof. K. Goebel, lgt. Dr. G. Karsten, 8. Juli 1889. — Deutsch-

Neu-Guinea, Sattelberg bei Finschhafen; zwischen *Metzgeria conjugata* Lndb.; lgt. Dr. O. Warburg. (Die ♂ Pflanze.)

Var. **tenerrima** N. ab E. — Amboina, Wawani Hila bei Ambon; mit Perianthien; lgt. Dr. G. Karsten, 22. Oct. 1889.

111) **P. opposita** N. ab E. — Java, Preanger; an Wurzeln; lgt. Dr. O. Warburg. — Amboina, Wawani Hila bei Ambon; lgt. Dr. G. Karsten, 22. Oct. 1889. — Amboina, Tolepoel; lgt. Dr. G. Karsten, 20. Oct. 1889.

112) **P. patentissima** Ldnb. — Brasilien, bei Santa Catharina; reichlich mit Perianthien; lgt. Hantsch (ded. Polák 1889).

113) **P. sarmentosa** L. et L. — Afrika, Cap der guten Hoffnung, bei Capetown; zwischen *Lepidozia truncatella* etc., mit Perianthien; lgt. Frl. Elise Laux, 1891.

114) **P. semialata** Sande Lac. — Amboina, Tolepoel bei Ambon; sehr reichlich, die ♂ Pflanze; lgt. Dr. G. Karsten.

NB. Steht wirklich der *P. macrostachya* sehr nahe, auch im Baue der Androecien, die Sande Lacoste nicht gesehen hat.

115) **P. subplana** Ldnb. — Brasilien, bei Santa Catharina; lgt. Hantsch (ded. Polák 1889).

116) **P. ulophylla** N. et M. — Siehe oben unter *P. corrugata.*

Genus Syzygiella.

117) **S. variegata** (Ldnb.) Spr. — *Forma laxior.* — Java; einzelne Stämmchen zwischen anderen Lebermoosen; ded. Prof. K. Goebel, lgt. Dr. G. Karsten, 1889.

Genus Jungermania.

118) **J. lycopodioides** Wall. — Java; zwischen *Frullania reflexistipula, F. apiculata, F. nigricaulis* u. a.; lgt. Prof. K. Goebel, Winter 1885/86.

NB. Das Vorkommen dieser in den Gebirgsgegenden Europas verbreiteten Pflanze im tropischen Ostasien ist höchst überraschend, und noch auffallender ist ihr dortiges Zusammenleben mit tropischen Frullanien; die Pflanze, welche bei uns auf humösem Waldboden oder bemoosten Steinen wächst, bewohnt also augenscheinlich in der Tropenzone Bäume oder doch

Baumwurzeln. Ich halte es für ganz unmöglich, dass vielleicht zufällig Pflanzen unserer *J. lycopodioides* unter die in Spiritusflaschen conservirten javanischen Lebermoose gekommen sind, denn ich habe die einzelnen Pflanzen eigenhändig aus den Rasen der tropischen Frullanien herausgezupft. Ich vermuthete anfänglich, dass sich die javanische Pflanze von der europäischen durch irgend welche Merkmale unterscheiden würde und vielleicht doch eine eigene Art oder wenigstens Varietät darstellen möchte, und habe sie darum sorgfältigst mit unserer einheimischen Pflanze, die ich von sehr vielen Orten aus Mittel- und Nordeuropa besitze, verglichen, konnte aber auch nicht den allergeringsten Unterschied entdecken.

119) **J. flexicaulis** N. ab E. — Java; ziemlich reichlich, aber steril; ded. Prof. K. Goebel (1889).

NB. Scheint an Bäumen oder doch an Baumwurzeln zu wachsen.

120) **J. (Jamesoniella) ovifolia** Schffn. nov. sp.[1]) — (Taf. 13. Fig. 1—15.) — Caulis 5—12 cm longus, cum foliis explanatis 4—5 mm lat. Folia 2.1 × 1.6 mm vel majora; cell. submarg. diam. 0.03 mm; interstitia diam. 0.013; bracteae ♀ 2.76 × 1.76; bracteola 2.76 × 1.5; Perianth. ca. 6 mm long., fere 2 mm lat.

Habit. Amboina, Salhaetoe pr. Ambon; inter *Anastrophyllum Karstenii* Schffn., *Bazzaniam insignem, Schistocheilam sciuream* etc.; lgt. Dr. G. Karsten, 8., 9. Oct. 1889.

Elata, laxe caespitans vel aliis Hepaticarum caespitibus irrepens, subfusca, in partibus junioribus pallidior. Caulis validus, nigricans, eradiculosus, ramis paucis posticis foliosis et nonnullis microphyllis, flagelliformibus, radicantibus.

Folia transversim inserta, e basi suberecta caulem amplectente fere angulo recto a caule distantia, biseriatim explanata vel plus minus sursum secunda, ovata, apice rotundato angustiora, integerrima, laevia, marginibus incurvis fere cymbiformi-concava. Cellulae hexagonae, lumine stellato, marginibus opaco, nempe parietibus tenuibus sed angulis maxime incrassatis, incrassationibus trigono-orbicularibus.

---

[1]) Den Namen hat mir Herr F. Stephani vorgeschlagen.

Foliola in caule ramisque foliosis nulla, in ramis fructiferis et in flagellis adsunt. Flagella tristiche foliata apparent ob foliola foliis rudimentaris aequalibus.

Flores dioici (?), ♂ adhuc ignoti. Feminei terminales, innovatione postica sub ipso perianthio progrediente suffulti. Bracteae plurijugae; intimae foliis submajores ad $^1/_3$ longitudinis fere lacero-fissae, laciniis angustis, acutis, irregulariter lacero-dentatis. Bracteola bracteis subaequalis, paulo angustior, ad $^1/_3$ bifida, irregulariter lacero-dentata. Folia subinvolucralia basi lacinia acuta calcarata et hic illic margine dente armata, sensim ad foliorum caulinorum formam redeuntia. Foliola subinvolucralia magnitudine decrescentia sed usque ad duodecimum foliorum jugum infra bracteas visibiles, superiora majora, ovato lanceolata, marginibus laciniis sive dentibus paucis, irregularibus aucta; inferiora minora vel minima, valde irregularia, profunde bifida vel lanceolata, paucidentata, ciliatave.

Perianthium magnum, ovato-cylindricum, turgidum, ad medium circiter obtuse 4-plicatum. Fructus androeciaque adhuc latent.

J. ovifolia gehört unzweifelhaft zur Gruppe *Jamesoniella* Spruce und ist eine der grössten und schönsten Arten derselben, die sich, abgesehen von anderen Merkmalen, schon dadurch vor den anderen Arten auszeichnet, dass die Blätter nicht rund, sondern eiförmig, oder besser gesagt fast herzförmig sind. Bei den anderen Arten sind die Blätter meistens seitlich dem Stengel angedrückt, vertical gestellt, während sie hier quer inserirt und ausgebreitet, vom Stengel fast rechtwinkelig abstehend sind. Das Perianthium, welches bei anderen Species mehrfaltig (bis 12-faltig) ist, ist hier 4-faltig, und reichen die Falten bis zur halben Länge herab. Bei anderen Arten sind die ♀ Bracteen mit der Bracteola hoch verwachsen (z. B. *J. colorata*), während sie hier frei sind. Das Zellnetz erinnert sehr an das gewisser Frullanien, z. B. *F. nodulosa;* die Zellen sind regelmässig sechsseitig, die eigentlichen Zellgrenzen sind aber schwer erkennbar. Die Zellwände sind dünn, aber in den Ecken finden sich ungemein grosse, dreieckig-kreisförmige Collenchymverdickungen, die sechs im Centrum zusammentreffende Linien (Radien) erkennen lassen, von denen drei wenig in die Augen fallen; diese stellen die eigentlichen Zellgrenzen dar. Die anderen drei, zwischen diesen liegenden, sind unvergleichlich stärker ausgeprägt; ihre Verlängerungen würden die Mittelpunkte der Zell-Lumina

schneiden. Durch diese eigenthümlichen Wandverdickungen werden die Zell-Lumina sternförmig.

Wenn ich die Gruppe *Jamesoniella* nicht als eigene Gattung von *Jungermania* abtrenne, folge ich den Auseinandersetzungen R. Spruce's, der davon ausdrücklich sagt, dass sich diese Gruppe nicht von dem Subgenus *Eu-Jungermania* trennen lässt.

Genus Anastrophyllum.[1])

121) **A. contractum** (N. ab E. sub *Jungermania*). — Amboina, Salhaetoe bei Ambon; zwischen anderen Lebermoosen; lgt. Dr. G. Karsten, 8., 9. Oct. 1889.

NB. Die Pflanze ist ganz nahe mit *A. monodon* Steph. aus Australien verwandt. Ein Stengel trug ein Perianthium; dasselbe ist gross, weit herab 8-faltig, mit ciliirter Mündung.

122) **A. Karstenii** Schffn. nov. sp. — (Taf. 12.) — Caul. ad 8 cm longus, cum foliis explan. 6 mm lat.; fol. 4 mm longa, basis explanata 2 mm lat., lacinia antica 2 mm, postica 2.6 mm longa; cell. apic. 0.022 × 0.008, cell. e folii med. 0.055 mm longae vel longiores, 0.008 latae, interstitia 0.008 lat.; bracteae 4.4 × 2.3, laciniae ad 3 mm longae; foliolum anticum amphigastrioideum 4 × 1.4; perianthium cum ciliis 6 × 1.3 mm, ciliae oris per. 1 mm.

Habit.: Ins. Amboina, Salhaetoe prope Ambon; copiose, sed unicum tantum surculum fructiferum; lgt. Dr. G. Karsten, 8., 9. Oct. 1889.

Badium, elatum, caespites laxos formans, suberectum, fere omnino eradiculosum. Caulis validus, niger, subsimplex, parce ramis posticis plus minus longis ramosus, flagellis nullis; caulium ramorumque apices paulum hamati.

Folia permagna in anticum secunda, raro distiche explanata, e basi late ovata, caulem vaginatim amplectente, erecta, integerrima, angulo subrecto a caule distantia, ultra medium inaequaliter bifida, laciniis strictissimis tubuloso in-

---

[1]) Ich halte *Anastrophyllum* für eine wohlbegründete Gattung und glaube aus dem Briefwechsel mit H. F. Stephani entnehmen zu können, dass dieser ausgezeichnete Kenner der *Hepaticae* derselben Meinung ist. Auch Spruce sagt darüber in Hep. Amaz. p. 508: „*A.* nob. is a very distinct group, and might take rank as a seperate genus, were it not for the existence of *J. Reichardti* and one or two other species, which bridge over the gap between it and *Lophozia*."

volutis, acutis, marginibus remote 2—3 dentatis, antica breviore. Locus folii, unde laciniae divergunt, calloso-incrassatus est. Cellulae subapicales 3-plo longiores quam latae, parietibus valde incrassatis, erosis; medianae 7—10-plo longiores, quam latae, lineares, erosae, interstitiis luminibus aequalibus.

Inflorescentia dioica; ♀ tantum visa, innovatione postica suffulta, pseudoantica. Bracteae bijugae, intimae maximae e basi latissime-ovata $^2/_3$ longitudinis trifidae, laciniis angustissimis ciliato-acuminatis, media longissima, marginibus longissime et dense ciliatis. Foliolum anticum amphigastrioideum ovato-lanceolatum, longissime et anguste acuminatum, ut bracteae longissime ciliatum.

Folia subinvolucralia bracteis minora, ultra medium bifida, in margine antico lacinula tertia minore aucta, marginibus ciliato-dentata.

Perianthium longissimum, bracteas paullum superans, basi obtuse trigonum, apicem versus profunde 5-plicatum, ore haud constrictum plurilacinulatum, lacinulis longissime ciliatis. Fructus et androecia adhuc ignota.

Diese prachtvolle, stattliche Pflanze gleicht habituell in überraschender Weise einer grossen *Herberta*, z. B. *H. chilensis* de Not., auch die Blattform und selbst das Zellnetz sind auffallend ähnlich, und so liessen sich noch mehr Analogien zwischen diesen nicht näher verwandten Pflanzen anführen. Mit einer anderen Art von *Anastrophyllum* ist dieselbe gewiss nicht zu verwechseln. Die Zellen haben einen eigenthümlichen Bau, der erst recht deutlich hervortritt, wenn man das Zellnetz mit Reagentien behandelt. Zwischen den Zellen befinden sich lineare Verdickungen, die von gleicher Breite mit dem Zell-Lumen sind und parallel mit den Zellen verlaufen, die regelmässige Längsreihen bilden. Die Querwände, welche die hintereinander liegenden Zellen einer Reihe trennen, sind sehr dünn.

Von dem Lumen senken sich hier und da Tüpfelkanäle in die seitlichen Collenchymverdickungen ein, und zwar treffen immer zwei von den entgegengesetzten Zell-Lumen aufeinander. Die eigentlichen Zellgrenzen treten in der Mitte der Verdickungen nur undeutlich hervor, lassen sich aber durch Reagentien sehr deutlich machen. Sie sind geschlängelt und wenn man zwei Zellen trennt, so zeigen sie sich auf den beiden aneinander liegenden Flächen mit zitzenförmigen Höckerchen bedeckt, die wie die Zähne von Zahnrädern ineinander passen.

Genus Calobryum.

123) **C. Blumii** N. ab E. — Java, Kandang badak; auf faulem Holze, die ♂ und ♀ Pflanze, Früchte sind noch nicht entwickelt; lgt. Dr. G. Karsten, 28. Febr. 1890.

NB. Zur Gattung *Calobryum* gehört ohne Zweifel *Rhopalanthus* S. O. Lindb. Manipulus musc. secundus p. 390 und ist es sehr wahrscheinlich, dass die einzige Art dieser Gattung: *Rh. mnioides* Lndb. l. c. identisch ist mit *Calobryum Blumii*. Ferner gehören zur Gattung *Calobryum* sicher *Scalia andina* Spr. Hep. Amaz. p. 532 und *Haplomitrium mnioides* G. msc. (Ins. Guadeloupe, lgt. L'Herminier), von welcher Pflanze ich die schönen Handzeichnungen Gottsche's gesehen habe und männliche und weibliche Originalexemplare untersuchen konnte. Sie steht dem *Calobryum Blumii* sehr nahe und ist vielleicht davon gar nicht specifisch verschieden. Es ist sehr wahrscheinlich, dass *Sc. andina* Spr. mit zu dem eben genannten *Calobryum mnioides* (G.) gehört.

Mitten führt von *Scalia* in An enum. of all the species of Musci and Hepaticae recorded from Japan (Trans. Linn. Soc. Ser. II. Vol. III. Part 3. 1891. p. 204) noch zwei neue Arten auf, von denen *S. rotundifolia* aus Japan die ♀ Pflanze von *Rhopalanthus mnioides* Lndb., *S. carnosula* aus Java (in monte Salak) mit *C. Blumii* identisch sein dürfte.

Die Gattung *Calobryum* ist sofort von *Scalia (Haplomitrium)* dadurch zu unterscheiden, dass bei ersterer sowohl die ♀ wie die ♂ Organe auf der scheibenförmig erweiterten Stengelspitze zu Ständen zusammengedrängt sind, welche von grösseren Blättern umgeben sind, so dass eine *Calobryum*-Pflanze in diesem Zustande auffallend einer ♂ Pflanze eines *Mnium*, etwa *M. punctatum*, ähnelt. Bei *Scalia* sind die Stengelspitzen nicht scheibenförmig verbreitert; die Antheridien stehen am Stengel zerstreut. *Calobryum* vermittelt noch mehr als *Scalia* den Uebergang zwischen den anacrogynen zu den acrogynen Jungermaniaceen, indem hier nach Goebel's höchst sorgfältigen Untersuchungen („Morpholog. und biolog. Studien", p. 11 ff. Tab. II, III. Fig. 14—25 in Annales du Jard. botanique de Buitenzorg IX. 1890) die ♀ Inflorescenz vollkommen acrogen ist, da auch die Stammscheitelzelle mit zur Archegonbildung aufgebraucht wird.

Genus Metzgeria.

124) **M. conjugata** Lndb. — Var. **minor** nov. var. — Frons ca. 1 cm longa, 0.7—1 mm lata; cellulae alae 0.03 × 0.036 ad 0.06 × 0.03; costa 0.06 ad 0.1 mm lata.

Habit. Java; c. calyptris et ♂; ded. Prof. K. Goebel (1889).

Differt a forma normali statura multo minore, habitu et magnitudine formas mediocres *Metzgeriae furcatae* Lndb. aemulans. Frons multo angustior, quam in forma normali, 0.7—1 mm tantum lata, margine et ad costae faciem posticam sparse tantum pilosa, saepius omnino laevis. Cellularum stratum costam tegens posticum (praecipue ramorum teneriorum) 2—3-seriatum (in forma normali pluriseriatum). Inflorescentia, ut in forma normali, autoica. An revera species!

125) **M. consanguinea** Schffn. nov. sp. — Frons 1.5 cm longa, 1.3 mm lata; cellulae alae 0.05 × 0.04 — 0.05 × 0.05 mm; costa 0.09 mm lata; ciliae marginales 0.16 mm longae.

Habit. Java, in summo apice montis Pangerango; ad arborum cortices, ptl. ♂ et ♀; lgt. Dr. G. Karsten, 20. Febr. 1890.

Magnitudine formas normales *M. conjugatae* adaequans, sed ab his praeter alia inflorescentia dioica diversa. Frons dichotoma, ultimae ramificationes attenuatae, ut apicem versus alae fere omnino evanescant. Costa tenuis, in sectione transversa diametro ca. 10 cellulas lata, subtus plus minus dense pilosa; cellularum stratum costam tegens anticum et posticum 2-seriatum. Ala plana, in ramificationibus ultimis, attenuatis valde revoluta, margine dense pilosa, pilis pro more geminatis. Calyptra apice dense setosa, basi fere nuda.

Diese Art ist der *M. magellanica* Schffn. et Gott. in Hep. Exp. „Gazelle“ p. 43 äusserst nahe stehend und vielleicht von ihr nicht specifisch verschieden. Beide stimmen überein im anatomischen Bau der Rippe und deren Deckzellen, welche auch auf der Unterseite der Rippe im normalen Verlaufe stets 2-reihig und nur unmittelbar unter den Verzweigungen und unter der Ansatzstelle der Geschlechtssprosse 3- (selten 4-) reihig sind, in der Verzweigung (ventrale Sprossen sind sehr selten) und in der diöcischen Inflorescenz. *M. magellanica* unterscheidet sich aber von *M. consanguinea* in folgenden Punkten: 1) Die Frons ist schmäler

und die Endlappen nicht verdünnt. Bei *M. consanguinea* sind die Endsprosse verdünnt und gegen die Spitze fast allein von der Rippe gebildet, und sie ragen hornartig über den Rasen hervor, was der Pflanze einen ganz eigenartigen Habitus verleiht. 2) Die Ränder der Ala sind überall zurückgerollt, während sie bei *M. consanguinea* nur an den verdünnten Sprossenden zurückgerollt, sonst aber flach sind. 3) Ränder nur schwach behaart (nicht dicht, wie bei *M. consanguinea*). 4) Rippe glatt, nicht behaart. 5) Calyptra über und über kurz und dicht borstig (bei *M. consanguinea* nach abwärts fast kahl und nur an der Spitze mit dichten, sehr langen aufrechten Borsten).

Auch *M. thomeensis* Steph. Hedw. 1891. p. 271 steht durch die unten und oben zweireihigen Deckzellen auf der Rippe unserer Art nahe, ist aber durch Grösse, die auf der Unterfläche mit langen Haaren besetzte Ala etc. sehr verschieden.

126) **M. hamata** Lndb. — Australien, Victoria, Gippsland bei Rosedale; zwischen *Eurhynchium crinitum* und anderen Laubmoosen; lgt. Topič (ded. C. Polák 1889).

127) **M. hamatiformis** Schffn. nov. sp. — Frons ad 40 mm longa, 1.2 mm lata; costa 0.1 mm lata; cell. alae $0.042 \times 0.04 — 0.064 \times 0.04$ mm; ciliae marginales 0.2 mm.

Habit. Amboina, Tolepocl prope Ambon; c. fr. et ♂; lgt. Dr. G. Karsten, 20. Oct. 1889.

Habitu et magnitudine omnino fere cum *M. hamata* Lndb. conveniens sed differens ala in pagina postica pilis longis obsita, alae cellularum cuticula dense verrucosa et praecipue inflorescentia autoica.

Durch den autöcischen Blüthenstand nur mit *M. conjugata* Lindb. übereinstimmend, von welcher Art sie aber durch die warzige Zellhaut der Flügelzellen, sowie durch den ganzen Habitus verschieden ist. — Wegen der Behaarung der Ala steht diese Art der *M. thomeensis* Steph. msc. sehr nahe; der Blüthenstand der letzteren ist aber nach Stephani's Angabe (siehe Hedwigia 1891. p. 271) diöcisch. Aber auch im sterilen Zustande lassen sich beide Arten immerhin unterscheiden, indem bei unserer Art die Ränder der Ala dicht mit sehr langen, hakigen Doppelhaaren geziert sind, während sie bei *M. thomeensis* mit wenigen kurzen Haaren besetzt und stellenweise ganz glatt

sind. Da der Blüthenstand von *M. thomeensis* diöcisch ist, so können beide Pflanzen nicht als Varietäten einer und derselben Art aufgefasst werden.

Genus Aneura.

128) **A. Goebelii** Schffn. nov. sp. — (Taf. 13. Fig. 16—26.) — Habit. Java, Südseite des Pangerango; in Gesellschaft von *Aneura pinguis* Dum. und *Lepidozia gonyotricha* Sande Lac.; ded. Prof. K. Goebel, lgt. Dr. G. Karsten, 7. Aug. 1889.

Dioica. Frons 4—5 cm longa, circumscriptione ob ramos inaequilongos irregulari, 2—3-pinnata, stolonifera, in statu sicco fuscescens. Caulis rigidus, subteres, apicem versus complanatus et dilatatus, in sectione transversa elliptico-biangularis, strato corticali unistratoso, e cellulis minutis cubicis formato, strato mediano e cellulis multo majoribus leptodermicis formato in sectione transversa ca. 13 cellulas crasso.

Rami inaequilongi, apicem versus increscentes, a caule angulo 45° distantes, complanati, strato mediano 2—4 cellulas crasso, ca. 1 mm lati. Ramuli plani, pinnulati, pinnulis apice bifidis, strato mediano unistratoso. Rami ramulique sub microscopio ob cellulas medianas majores stratum corticalem translucentem reticulati apparent. Stolones in ramis, haud numerosi, simplices vel ramificati.

Tori pistillorum subglobosi, margine membranaceo laciniato-inciso, ibidemque squamulis laciniato-dentatis, unistratosis ornato; nonnullae tales squamulae etiam inveniuntur in tori facie anticali inter archegonia et in facie posticali.

Calyptra ad 3 mm longa, 1 mm lata teres, superficie omnino laevis, basi squamulis tori paullulum ampliatis circumdata.

Plantam ♂ haud vidi.

Ist sicher sehr nahe verwandt mit *A. reticulata* Steph., durch den Bau des Stengels und der Aeste, sowie des Torus aber sicher verschieden. Auch *A. Zollingeri* Steph. in Hedw. 1888, p. 277 ist verwandt, hat aber keine Stolonen, der Stamm ist durch abortirte Aestchen knotig, was bei unserer Pflanze nicht der Fall ist; die Endfiederchen sind 5-schichtig, Mittelschicht 3 Zellen dick, nicht eine Zellschichte, wie bei *A. Goebelii;* der Torus pistillorum ist lang gefranst, die Cilien wollig verwebt.

Bei *A. Goebelii* sind die Aeste (primäre Fiedern) am Rande sehr schmal gesäumt, indem, auf dem Querschnitte betrachtet, daselbst die beiden äussersten Zellen der Mittelschichte ohne Rindenbedeckung bleiben; die Rinde reicht nicht bis zum äussersten Rande; bei den Endfiederchen ist dieser nicht von der Rindenschicht bedeckte Rand viel breiter (4—5 Zellen breit). Die Fiedern und Fiederchen erscheinen von der Fläche gesehen netzig, indem die grösseren Mittelzellen durch die sehr kleinzellige Rindenschicht durchschimmern.

129) **A. pinguis** Dum. — **Forma normalis:** Amboina, bei Ambon; an Baumrinde, ♀ Pflanze mit jungen Früchten; lgt. Dr. G. Karsten, Oct. 1889. Var. **pinnatiloba** Schffn. nov. var. — Frons fere regulariter pinnata, pinnis suboppositis vel uno latere tantum evolutis, planis, obtusis vel emarginatis.

Java, Südseite des Pangerango; steril; ded. Prof. K. Goebel, lgt. Dr. G. Karsten, 7. Aug. 1889.

NB. Eine durch den Habitus höchst ausgezeichnete Form mit flacher Frons, die wenig schmächtiger ist, als die der Normalform und zu beiden Seiten (oder manchmal nur einseitig) in gleichen Abständen Fliederlappen von 3—5 mm Länge trägt. Im Bau der Frons ist nicht der mindeste Unterschied von der Normalform zu entdecken. Die anatomische Untersuchung der Frons konnte ich, wie bei *A. Goebelii*, so auch hier an sehr gut conservirtem Weingeistmateriale ausführen.

Genus Symphyogyna.

130) **S. podophylla** M. et N. — Africa, Cap der guten Hoffnung, bei Capetown; zwischen *Lepidozia truncatella, Sphagnum* sp. etc., mit ♀ Inflor.; lgt. Frl. Elise Laux, 1891.

131) **S. sinuata** M. et N. — Brasilien, bei Sta. Catharina; lgt. Hantsch (ded. C. Polák, 1889).

Genus Pallavicinia.

132) **P. Lyellii** (Hook.) B. Gr. — Java, bei Buitenzorg; lgt. Prof. K. Goebel.

II. Marchantiaceae.

Genus Fimbriaria.

133) **F. Blumeana** N. ab E. — Forma receptaculo ♀ subtus breviter barbato, pedunculo subbarbato. — Java, Tjibodas; ded. Prof. K. Goebel (1889).

Genus Dumortiera.

134) **D. hirsuta** (Sw.). — *α.* **latior** Syn. Hep. — Java, Provinz Preanger; lgt. Dr. O. Warburg. — Var. **irrigua** (Tayl. pro sp.) — Brasilien, bei Santa Catharina; lgt. Hantsch 1889 (ded. Polák). NB. ist die gewöhnliche Form! — Deutsch-Neu-Guinea, Sattelberg bei Finschhafen; lgt. Dr. O. Warburg. NB. Ist eine sehr eigenthümliche Form, deren Frons gegliedert ist mit herzförmigen oder herzförmig-länglichen Abschnitten.

Genus Marchantia.

135) **M. diptera** M. et N. — Süd-Japan, Kagoschoma, an den Mauern der Stadt; lgt. Dr. O. Warburg. — NB. Soweit sich nach dem sterilen mir vorliegenden Exemplare und der nicht eben sehr ausführlichen Beschreibung der Art in Synopsis Hepat. etwas schliessen lässt, dürfte die Bestimmung richtig sein; die Art gehört sicher zu den kleinsten der Gattung.

136) **M. geminata** N. R. et B. — *Forma normalis.* — (Taf. 14. Fig. 1—8.) — ♀ und ♂ Pflanze. — Java, Provinz Preanger; lgt. Dr. O. Warburg.

Var. **subsimplex** Schffn. nov. var. — (Taf. 14. Fig. 9—21.) — Differt a forma normali fronde minus (haud regulariter dichotome) ramificata, subarticulata, ramis nempe saepius basi constricta insidentibus, obcordato-oblongis;

frondis marginibus subundulatis; costa vix canaliculata; receptaculis femineis ad ramorum apices haud geminatis sed solitariis, eorumque radiis paulo latioribus, magis dilatatis; receptaculis masculis omnino aliter conformatis, nempe profunde palmato 4- vel 5-fidis, laciniis anguste lanceolatis apicem versus angustatis, subacutis.

Habit. Java, Merapi prope Sello, 5000′; una cum *Campylopi sp.*, *Cladoniae sp.* etc. ♂ et ♀.

Ich halte die Form von Preanger für die Normalform, hauptsächlich wegen der Verzweigung, die hier sehr regelmässig dichotom ist, wie dies in der Diagnose in Synopsis Hep. angegeben wird. Die Form der männlichen Receptacula ist bei dieser Pflanze ganz anders als bei der Varietät *subsimplex*; sie sind meistens vierstrahlig oder fünfstrahlig, indem der eine von den äusseren Strahlen mehr weniger tief getheilt ist. Die Strahlen selbst sind sehr breit lineal, mit viel breiterem (bis 3mal so breitem) welligen Rande als bei der Varietät und gegen die Spitze kaum verschmälert. Trotz der grossen Verschiedenheit der ♂ Receptacula lässt sich auf dieses Merkmal keine neue Art begründen, ein Umstand, auf den mich Herr F. Stephani aufmerksam gemacht hat, indem die Form derselben bei derselben Art oft sehr variabel ist, z. B. bei *M. chenopoda*. Die Originalexemplare der Synopsis Hep. scheinen überhaupt keine ♂ Receptacula zu besitzen, da davon in der Diagnose nichts erwähnt ist. Die Porenmündungen in das Innere der Luftkammern sind hier viel grösser als bei der Varietät, übrigens von gleichem Bau, von vier, selten fünf nach dem Lumen zu stark vorgewölbten Schliesszellen gebildet. Brutknospenbecher sind bei beiden Formen nicht reichlich vorhanden; an dem reichen Materiale der Form von Preanger fand ich deren überhaupt nur zwei vor. Sie sind ähnlich denen von *M. polymorpha*, nur kleiner, die Ränder sind zierlich gefranst mit unregelmässigen, meistens nur aus einer Zellreihe bestehenden Cilien. — Weitere Details über den Bau des Fruchtkopfes und über die Verzweigung der Frons bei der normalen Form, sowie bei der Varietät *subsimplex* findet man in dem Anhange zu dieser Abhandlung (p. 279 flg.).

137) **M. palmata** N. ab E. — Deutsch-Neu-Guinea, Sattelberg bei Finschhafen; ♀ Pflanzen mit wohlentwickelten Fruchtköpfen; lgt. Dr. O. Warburg.

III. Anthocerotaceae.

Genus Anthoceros.

138) **A. glandulosus** L. et L. — Java; wenige sterile Pflanzen; ded. Prof. K. Goebel (1889).

139) **A. grandis** J. Ångst. (Förteckning öfver mossor samblade in Freg. Eugenies Resa in öfvers. af. Kongl. Vetensk. Acad. Förh. 1873 Nr. 5. p. 139). — (Taf. 13. Fig. 27—31.) — Amboina, bei Ambon; auf Baumrinden, mit reifen Früchten; lgt. Dr. G. Karsten, Oct. 1889.

Der Thallus ist bis 55 mm lang, reichlich gelappt, fast unregelmässig fiederlappig, etwa 5 mm breit, die Endlappen oft noch breiter, gerundet, flach. Die ganze Pflanze ist oberseits ganz glatt, etwas glänzend, schön grasgrün gefärbt. Die Thalluslappen sind am Rande fimbriirt mit meistens zweispitzigen Läppchen. Der Thallus ist etwa 0.35 mm dick und zeigt auf der Oberseite eine Rindenschicht aus einer Zelllage sehr kleiner, länglich sechseckiger Zellen (0.05 × 0.025 mm), von denen jede einen sehr grossen ovalen, fast die ganze Zelle erfüllenden Chlorophyllkörper enthält. Die Unterseite ist von einer ähnlichen Rindenschicht bedeckt, die aber aus grösseren, tafelförmigen Zellen besteht (0.1 mm lang und noch grösser, aber nicht dicker als die der Dorsalrinde). Die Mittelschicht besteht aus 5—6 Lagen sehr grosser Zellen, die gegen die Mitte an Grösse zunehmen (die grössten 0.15 × 0.1 mm). Alle Zellen sind ungemein dünnwandig, ohne jede Wandverdickung. Die Rhizoiden sind meistens seilförmig gedreht.

Das Involucrum hat eine Länge von 10—11 mm und ist oben schräg abgestutzt. Die Kapsel erreicht eine Länge von 60—65 mm und ist sehr dünn. Die gelblichbraunen Elateren sind hin und her gebogen, an den Enden stumpf gerundet, etwa 0.15 mm lang und 0.008 mm dick. Sie haben ein

breites Spiralband. Die etwas länglichen Sporen sind gelblichbraun, an der Oberfläche schwach warzig, etwa 0.023 mm im Durchmesser. — Die obigen Beobachtungen sind an sehr gutem, frisch in Weingeist eingelegtem Materiale gemacht.

Genus Dendroceros.

140) **D. crispus** N. ab E. — Amboina, bei Ambon; lgt. Dr. G. Karsten, Oct. 1889.

Bemerkung. Ich habe die Pflanze sorgfältig mit Exemplaren des *D. crispus* von der Insel Martinique verglichen (bestimmt von F. Stephani) und Details beider mit dem Prisma gezeichnet, habe aber keinen specifischen Unterschied finden können, der Zellbau der Thallusflügel, der Rippe, die Kapsel, Sporen und Elateren sind vollkommen übereinstimmend, nur ist die Pflanze von Amboina in allen Theilen etwas grösser. Bei den Exemplaren von Amboina ist der Thallus bis zu 40 mm lang (Pflanzen von Martinique 30—35 mm), die Rippe 0.3 mm breit und 13—14 Zellschichten dick (Pflanzen von Martinique 0.29 mm). Auch die Zellen der Thallusflügel sind unbedeutend grösser, ebenso die Sporen, sonst aber von gleichem Aussehen. Die grössten Sporen, welche ich gemessen habe, sind von der Amboina-Pflanze 0.076×0.06, von der Pflanze von Martinique 0.07×0.052.

Anhang I.

Morphologische Bemerkungen über Marchantia.

Die Bildung der Fruchtköpfe bei *Marchantia* ist bisher nur von *M. polymorpha* genauer untersucht und man hat die an dieser Art gewonnenen Resultate als für die ganze Gattung massgebend betrachtet. Allerdings stimmt der von Leitgeb in „Untersuchungen über die Lebermoose" Heft VI. p. 117 flg. genau beschriebene Entwickelungsgang, abgesehen von den mit *M. polymorpha* näher verwandten Arten, z. B. *M. tabularis* N. ab E., im Wesentlichen auch auf die grosse Mehrheit der Arten aus der Section *Chlamydium*, z. B. *M. emarginata* N. ab E., *M. palmata* N. ab E., *M. domingensis* L. et L., *M. planiloba* Steph. u. a. m. Bei allen diesen Arten liegen die Archegongruppen (resp. die von der gemeinsamen Hülle umgebenen Fruchtgruppen) auf der Unterseite des Schirmes zwischen den Strahlen, welch' letztere den Mittellappen des den Fruchtkopf bildenden Spross-Systemes entsprechen. Bei allen diesen Arten scheint dieses Spross-System, wie bei *M. polymorpha,* durch eine dreimalige Gabeltheilung des Vegetationsscheitels zu entstehen, obwohl die Zahl der wirklich entwickelten Vegetationsscheitel oft nicht acht beträgt, was ja auch bei *M. polymorpha* nicht ausnahmslos der Fall ist.

Bei einigen Arten von *Marchantia* [*M. chenopoda* L., *M. geminata* N. ab E., R. et Bl. und var. *subsimplex* Schffn. n. var.[1])] sind aber constant nur vier gemeinsame Hüllen vorhanden. Diese Thatsache lässt zwei verschiedene genetische Erklärungen zu: 1) Es geht der Anlage der Archegonien eine dreimalige Gabeltheilung voraus wie bei *M. polymorpha,* und es erhält der Fruchtkopf acht Scheitel, denen acht Archegongruppen entsprechen würden,

[1]) Siehe p. 275 und vergl. Taf. 14. Fig. 1, 2, 9, 10.

von denen aber nur vier wirklich zur Entwickelung gelangen. 2) Es tritt, wie bei *Chomocarpon* (*Preissia*), nur eine doppelte Gabeltheilung an der Fruchtkopf-Anlage ein; es entstehen nur vier Scheitel und an ihnen vier Archegongruppen. Ganz abgesehen davon, dass die zweite Erklärung die weitaus einfachere ist, fand ich sie auch durch directe Untersuchung junger und älterer Fruchtköpfe bestätigt. Auch die jüngsten Fruchtkopf-Anlagen, die mir zugänglich waren, zeigten nur vier Archegongruppen und ältere Fruchtköpfe zeigen zwischen je zwei Hüllen auf der Unterseite bis zur Ansatzstelle des Trägers keine Spur von Archegonium-Rudimenten.

Es sei gleich hier darauf aufmerksam gemacht, dass hiermit das hauptsächlichste Unterscheidungsmerkmal, welches bisher immer zwischen *Marchantia* und *Chomocarpon* (*Preissia*) geltend gemacht wurde, wegfällt, und es bleibt als einziges wichtigeres Unterscheidungsmerkmal nur noch das Vorhandensein resp. Fehlen der Brutknospenbecher. Im Bau der Frons, der Spaltöffnungen, der ♂ und ♀ Köpfe ist kein wesentlicher Unterschied vorhanden, und man würde z. B. *M. chenopoda* L., wenn sie nicht jene charakteristischen Brutbecher entwickeln würden, unbedenklich zu *Chomocarpon* stellen, zumal da auch die äussere Form der Fruchtköpfe bei beiden nahezu übereinstimmt. Nach diesem wäre es vielleicht naturgemäss, der Gattung *Chomocarpon* mit *Marchantia* zu vereinigen. Herr Stephani theilt mir brieflich mit, dass er sich für die Aufrechthaltung der Gattung *Chomocarpon* entscheiden würde.

Von den drei oben angeführten Arten von *Marchantia* mit tetrameren Fruchtköpfen macht *M. chenopoda* L. insofern von allen anderen mir bekannten *Marchantia*-Arten eine Ausnahme, als hier die Fruchtköpfe ganzrandig sind. Manchmal allerdings erscheint der Rand ganz seicht crenulirt, indem die Partieen des Randes, welche zwischen den Hüllen liegen, kaum merklich vorgezogen sind und demzufolge ganz den „Strahlen“ der Fruchtköpfe von *M. polymorpha* entsprechen. In dieser Beziehung weicht *M. chenopoda* also nicht wesentlich von den anderen Marchantien ab.

Ganz anders sind aber die Verhältnisse bei der anderen der genannten Arten (*M. geminata* mit var. *subsimplex*). Diese hat ein tief handförmig vierspaltiges Receptaculum (Taf. 14. Fig. 1, 2, 9, 10). Sie weicht von allen anderen *Marchantia*-Arten darin wesentlich ab, dass hier die Hüllen nicht zwischen den Strahlen, sondern unterseits auf der Mittellinie der Strahlen

liegen. In „Synopsis Hepaticarum“ p. 535 findet sich in der Beschreibung von *M. geminata* die Bemerkung: „Involucra singulis radiis substructa“, aber diese ganz richtige Beobachtung fand später keine Beachtung, und selbst in der Gattungs-Diagnose von *Marchantia* in Syn. Hep. p. 521 heisst es: „Involucra partialia radiis alterna.“

Vergleichen wir die Fruchtköpfe von *M. geminata* und var. *subsimplex* mit denen von *M. polymorpha*, so fällt zunächst auf, dass die Strahlen der letzteren nach abwärts umgerollte Ränder haben (wie dies mehr weniger auch bei anderen *Marchantia*-Arten der Fall ist) und daher rinnig convex erscheinen, während die erstgenannte Art eine tiefe Furche in der Mittellinie der Strahlen zeigt, die daher concav kielfaltig sind. Bei der Erklärung dieser durchgreifenden Unterschiede sind zwei Gesichtspunkte möglich: 1) Man fasst jeden Strahl mit der darunterliegenden Hülle von *M. geminata* als gleichwerthig mit zwei Strahlen und der dazwischenliegenden Hülle bei *M. polymorpha* auf. 2) Man fasst jeden Strahl bei *M. geminata* als gleichwerthig auf mit dem Zwischenraume zwischen zwei Strahlen bei *M. polymorpha*.

Bei der ersten Auffassung ist man zu der Annahme genöthigt, dass zwischen je zwei Hüllen tragenden Strahlen von *M. geminata* eine Archegongruppe unterdrückt ist. Diese Ansicht würde sich reduciren auf die erste oben angeführte Erklärung für die Entstehung des Fruchtkopfes, wobei eine dreimalige Gabeltheilung des Scheitels stattfindet. Die Unwahrscheinlichkeit dieses Vorganges wurde bereits betont, und daher hat die vorliegende Auffassung ebenfalls sehr wenig Wahrscheinlichkeit für sich.

Die zweite Auffassung bietet hingegen eine vollständig befriedigende Erklärung des Befundes und steht vollkommen im Einklang mit der früher als allein richtig bezeichneten Erklärung für die Entstehung des Fruchtkopfes, nach welcher dieser durch eine zweimalige Gabelung des Scheitels entsteht, wo also nur vier Archegongruppen angelegt werden. Abgesehen von dieser principiellen Verschiedenheit, dass hier nur vier Archegongruppen am Rande des noch scheibenförmigen und sitzenden Receptaculums angelegt werden, ist die nächste Weiterentwickelung der Scheibe hier ganz ebenso, wie bei *M. polymorpha*; auch hier werden durch grössere Wachsthumsintensität auf der oberen Seite der Scheibe die Archegongruppen auf die Unterseite derselben gerückt. Sodann tritt aber eine wesentlich verschiedene Entwickelung ein. Bei *M. poly-*

morpha verlängern sich die Radien der Scheibe, welche den Vegetationsscheiteln (resp. den Archegongruppen) entsprechen, nur wenig durch intercalares Wachsthum, während die den Mittellappen entsprechenden Radien sich sehr bedeutend verlängern, sich mit ihren Rändern nach unten umrollen und so endlich die Strahlen des Fruchtkopfes bilden. Natürlich liegt in diesem Falle je eine Archegongruppe zwischen zwei Strahlen und der Fruchtkopf hat um einen Strahl mehr als Archegongruppen (bei *M. polymorpha* normaler Weise neun Strahlen).

Bei *M. geminata* und var. *subsimplex* ist der Fall umgekehrt. Hier strecken sich die den Archegongruppen entsprechenden Radien der Scheibe viel stärker in die Länge, während die Mittellappen viel kürzer bleiben (die weiblichen Receptacula verhalten sich hier genau so, wie die männlichen von *M. chenopoda, M. geminata* mit var. *subsimplex, M. hexaptera* Reichardt etc.). Der Fruchtkopf hat also so viele Strahlen wie Archegongruppen (nämlich vier) und die Archegongruppen liegen unter den Strahlen, nicht zwischen ihnen. Dabei muss aber bemerkt werden, dass die Strahlen des Fruchtkopfes hier eine ganz andere morphologische Bedeutung haben, wie bei *M. polymorpha.* Jeder Strahl des Fruchtkopfes von *M. geminata* lässt sich recht passend mit einem Fronslappen von *Targionia* vergleichen, welcher auf seiner Unterseite eine Hülle trägt und der ganze Fruchtkopf wäre also vollkommen analog einer doppelt gegabelten Frons von *Targionia.* Selbst die äussere Form beider Organe ist nicht unähnlich und auch die Anlage der Archegongruppe am Scheitel, ihr späteres Hinabrücken auf die Unterseite und die Anlage der Hülle sind völlig übereinstimmend. Gewiss ist bei keiner anderen *Marchanticae* die Thatsache so augenfällig, dass das weibliche Receptaculum ein wiederholt gabelig verzweigtes Spross-System darstellt.

Verwerthen wir die bisher gewonnene Kenntniss von der Entwickelungsweise der Fruchtköpfe von *Marchantia* systematisch, so ergiebt sich zunächst die Unhaltbarkeit der bisherigen Eintheilung der Gattung, welche lediglich auf das äussere Ansehen der Fruchtköpfe basirt ist, und auf die morphologischen Verhältnisse keine Rücksicht nimmt. Ferner muss in den Gattungsdiagnosen von *Marchantia* das Merkmal: „involucra propria radiis alterna“ durch den Zusatz: „in paucis speciebus substructa“ ergänzt werden. Da ich jedoch noch viel zu wenige Arten dieser sehr formenreichen Gattung auf die Bildungsweise

ihrer weiblichen Receptacula untersuchen konnte, so will ich es vorläufig noch unterlassen, ein Schema der systematischen Gliederung derselben, wie ich mir dieselbe vorstelle, der Oeffentlichkeit zu übergeben.

Schliesslich will ich noch einige Bemerkungen über die Fronsverzweigung von *M. geminata* und deren Var. *subsimplex* machen. (Vgl. dazu Taf. 14. Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 10, 11.) Die Fruchtköpfe werden bei der typischen Form normaler Weise, unmittelbar nachdem sich der Scheitel des fertilen Lappens getheilt hat, angelegt. Da sich während der weiteren Ausbildung der Fruchtköpfe die beiden Gabelzweige durch intercalares Wachsthum gewöhnlich nur sehr unbedeutend verlängern, so entspringen die beiden Träger so nahe neben einander an der Spitze des fertilen Fronslappens, dass zwischen ihnen kein Mittellappen wahrzunehmen ist, oder noch häufiger ist das intercalare Wachsthum der beiden Gabelzweige so weit fortgeschritten, dass ein deutlicher, nach rückwärts umgerollter Mittellappen vorhanden ist. Bei den meisten anderen Arten von *Marchantia* werden die Fruchtköpfe erst lange nach der Gabeltheilung der fertilen Aeste gebildet, nachdem die Gabelzweige durch Spitzenwachsthum schon wieder zu vollständigen Fronslappen ausgewachsen sind; daher erscheinen bei diesen Arten die Träger einzeln am Ende der Fronslappen.

Bei der Normalform von *M. geminata* tritt öfters insofern eine Modification des oben beschriebenen normalen Verzweigungsmodus ein, als das intercalare Wachsthum des einen der beiden fertilen Scheitel länger anhält als das des anderen und daher der andere Scheitel in eine tiefe seitliche Bucht des Lappens zu liegen kommt (Fig. 1, 2), wie dies bei *Lunularia* normaler Weise der Fall ist, während es bei *Marchantia* sehr selten auftritt.

Die Var. *subsimplex* hat eine weniger reichliche Fronsverzweigung (Fig. 9, 10, 11) und die Fruchtträger entstehen einzeln am Ende der Fronslappen; es geht also ihrer Anlage keine Gabeltheilung des Scheitels voraus oder dieselbe erfolgt lange vor Anlage der Fruchtköpfe. In letzterem Falle wachsen die beiden Tochtersprosse noch lange Zeit durch Spitzenwachsthum fort, ehe an jedem ein Fruchtkopf angelegt wird, oder noch öfter entwickelt nur der eine Tochterspross einen Fruchtkopf, wodurch sein Spitzenwachsthum abgeschlossen wird, während der andere sich zu einem sterilen, oft mehrfach gabeltheiligen Spross-Systeme fortbildet, und es erscheint dann der Frucht-

kopf an einem seitlichen Lappen der Frons (Fig. 9). Nicht selten sind die fertilen Sprosse herzförmig und dem Muttersprosse durch eine Einschnürung angegliedert (Fig. 10).

Endlich möchte ich noch eines eigenthümlichen Falles erwähnen, wo sich auf der Unterseite der Strahlen eines ♂ Receptaculums der Var. *subsimplex* je eine kleine, herzförmige Frons mit einem winzigen Brutknospenbecher vorfand (Taf. 14. Fig. 13). Dies sind aber keine Ventralsprosse des ♂ Receptaculums, sondern junge Pflanzen, die sich aus zufällig auf die Unterseite des ♂ Receptaculums gefallenen Brutknospen entwickelt haben. Ihr Rhizoidenfilz hat sich mit dem der Mittellinie des Strahles so innig verwebt, dass diese Pflänzchen mit dem Strahl verwachsen erscheinen, was aber thatsächlich sicher nicht der Fall ist.

Anhang II.

Bemerkungen über einige Arten der Gattung Marchantia im Herbarium Lindenberg's.

Gelegentlich meiner morphologischen Untersuchungen über *Marchantia* deren Resultate ich soeben mitgetheilt habe, habe ich auch die Diagnosen der Synopsis Hepaticarum untersucht, konnte mir aber daraus nicht in allen Fällen die gewünschte Klarheit verschaffen. Da die meisten Original-Exemplare der Synopsis Hep. sich in dem Lindenberg'schen Herbar befinden (gegenwärtig am k. k. Hofmuseum in Wien), so wandte ich mich an Herrn Dr. Richard Ritter von Wettstein mit der Bitte, mir einige der mich besonders interessirenden Arten zur Ansicht zu versorgen, und durch gütige Vermittelung dieses Herrn erhielt ich von Herrn Dr. Günther Ritter von Beck die Exemplare, soweit sie sich im Herb. Lndnb. vorfinden, in liebenswürdiger Weise zugesandt. Ich habe die Pflanzen genau untersucht und glaube ich, dass die Resultate immerhin einiges Interesse bieten, weshalb ich sie hier mittheilen will:

Nr. 8296. [1]) **M. Berteroana** L. u. L. var. γ **anactis** („sec. N. ab E."); St. Helena; v. Ludwig.

Die Beschreibung der Synopsis Hep. p. 525 giebt eine ganz falsche Vorstellung von dem Bau der ♀ Receptacula; es heisst dort „M. receptaculis femineis subintegris vel brevi-radiatis" und bei var. γ: „radiis ultra involucra egredientibus nullis". Das ist nun aber, wie das Original-Exemplar lehrt, keineswegs wörtlich aufzufassen, denn das Receptaculum ist thatsächlich bis zur Mitte in (meistens 9) etwas von der Seite her zusammengedrückte, fast keulige Strahlen getheilt; die häutige Gewebspartie, die je zwei Strahlen mit einander verbindet und an deren unterer Seite die Hüllen ansitzen, reicht also bis etwa zur halben Länge des Strahles, aber die darunter sitzende Hülle ragt über den Rand derselben weit hinaus und erreicht bei var. γ thatsächlich nahezu die Länge der Strahlen, dies würde also ungefähr dem Ausdrucke der Synopsis: „radiis ultra involucra egredientibus nullis" entsprechen, der Ausdruck aber: „rec. fem. subintegris" ist entschieden unrichtig.

Die Stellung der Pflanze in der Syn. Hep. ist vollkommen richtig; sie ist in der That ganz nahe mit *M. tabularis* N. ab E. verwandt, ist aber schon mit freiem Auge durch die lederartige, glatte, etwas glänzende Oberseite der Frons, die einem feinen Handschuhleder nicht unähnlich ist, leicht kenntlich, während die von *M. tabularis*, besonders im trockenen Zustande, von den zahlreichen, kleinen, hervorragenden Spaltöffnungen rauh erscheint.

Der Bau der inneren Mündung (in die Luftkammer hinein) der Spaltöffnungen ist bei beiden Arten gleich. Es sind vier grosse, hyaline, glatte, aufgeblasene Schliesszellen vorhanden, die so eng aneinander gepresst sind, dass sie seitlich an ihren Berührungsflächen abgeplattet erscheinen und nur ein sehr kleines, öfters fast ganz verschwindendes Lumen frei lassen, während sie nach aussen sehr stark, fast halbkreisförmig vorgewölbt sind. Bei den meisten anderen Arten von *Marchantia* ist letzteres nicht der Fall, sondern bei ihnen bilden die äusseren Grenzlinien der Schliesszellen zusammen einen Kreis, resp. einen kurze Ellipse.

[1]) Dies sind die Nummern, unter denen die Pflanzen im Lindenberg'schen Herbar liegen.

Es sei gestattet, bei dieser Gelegenheit einige allgemeine Bemerkungen über die inneren Mündungen der Spaltöffnungen bei *Marchantia* zu machen, da dieselben nach F. Stephani in der Systematik wohl zu verwendende Merkmale liefern. — Bei *Marchantia* zeigen diese Verhältnisse eine grosse Einförmigkeit. Bei fast allen der ziemlich zahlreichen von mir daraufhin untersuchten Arten sind die Mündungen, wie oben angedeutet wurde und wie auf Taf. 14. Fig. 8, 20 abgebildet ist, gestaltet; die turgiden Schliesszellen sind glatt, hyalin und wölben sich gegen das Lumen mehr weniger stark vor, wodurch das Lumen der Spaltöffnung mehr oder weniger verengt wird. Wo zwei benachbarte Zellen zusammenstossen, entsteht zwischen ihnen ein gewöhnlich sehr enger, spitzer Winkel. Die nach aussen liegenden Grenzlinien bilden zusammen einen Kreis oder eine Ellipse. Die Verhältnisse bei *M. tabularis* und *M. Berteroana* stellen nur unbedeutende Modificationen dieses Typus dar (siehe oben!). Die normale Zahl der Schliesszellen ist vier, doch finden sich fast stets einige pentamere, seltener tri- oder hexamere Spaltöffnungen an demselben Fronslappen. Bei unserer *M. polymorpha* sind die inneren Mündungen etwas anders gestaltet. Hier sind die Schliesszellen dicht körnelig an der Aussenseite und erscheinen daher undurchsichtig, und es ist nur die mittlere Partie jeder Schliesszelle gegen das Lumen der Spaltöffnung fast zitzenartig vorgezogen, so dass sich zwischen diesen Vorsprüngen abgerundete Buchten bilden (nicht sehr spitze Winkel wie sonst). Bei den gewöhnlichen Formen von *M. polymorpha* von nicht sehr feuchten Standorten sind die Spaltöffnungen kleiner, und die erwähnten Vorsprünge rücken näher aneinander, so dass die Buchten zwischen ihnen sehr schmal sind. Bei sehr üppig wachsenden Formen sind aber die Spaltöffnungen viel grösser uud bilden die Schliesszellen in diesem Falle einen schmalen Ring, von dem in weiten Abständen die vier zitzenartigen Ausstülpungen in das Lumen vorragen, was einen ganz fremdartigen Anblick bedingt. Ueberhaupt muss man bei der systematischen Verwerthung dieser Verhältnisse sehr vorsichtig sein, denn ganz abgesehen davon, dass die inneren Mündungen der Spaltöffnungen an ganz jungen Fronstheilen anders aussehen, als die an völlig entwickelten, so sind auch die letzteren gewissen Veränderungen unterworfen, die wohl berücksichtigt werden müssen. Wie erwähnt, wechselt die Zahl der Schliesszellen, ferner ist die Grösse der Mündung ungemein variabel, je nachdem die Pflanze an einem trockenen Stand-

orte gewachsen ist oder sehr üppig vegetirt, und auch die Form derselben kann dadurch bedeutend beeinflusst werden, wie soeben von *M. polymorpha* mitgetheilt wurde.

Nr. 8342, 8343. **M. emarginata** N. ab E. Java.

In der Synopsis heisst es von dieser Art (pag. 528): „radiis (receptaculi) feminei 7 . . . . . masculi 5". An den Original-Exemplaren ist aber die normale Zahl der Strahlen des ♀ Receptaculums 8 (ausnahmsweise 7 oder 9), die des ♂ 4 (wovon einer manchmal an der Spitze getheilt ist).

Nr. 8341. „**M. emarginata** *β.* **leucolepis** ♂ Java, Djokjo Karta, Junghuhn"; und Nr. 8344. „**M. emarginata** *β.* **leucolepis** c. fr. Ad muros humidos montis Barang Gedé Javae — Junghuhn".

Dieses Synonym kommt in der Synopsis Hep. nicht vor; unzweifelhaft sind diese beiden Pflanzen die *M. palmata* N. ab E. der Synopsis (p. 529). Soweit sich dies nach dem spärlichen Materiale entscheiden lässt, dürfte diese Art aber kaum von *M. emarginata* specifisch verschieden sein. ♂ Receptacula kann ich an Nr. 8341 nicht entdecken.

Nr. 8304. „**M. papillata** Raddi. — Brasilia. — Hb. Raddi".

Die Synopsis giebt an (p. 528): „Receptaculo . . . . . septem — (8—10) — radiato", die normale Zahl der Strahlen ist aber 6 (selten kommen mehr vor).

Nr. 8416. **M. viridula** L. & L. — „Mauritius — mis. Hooker 1837."

Leider sind die Exemplare steril. Nach der Beschreibung in der Syn. Hep. p. 536 müsste diese Art verwandt sein mit *M. geminata,* denn es heisst dort: „Receptaculum femineum . . . . . centro supero profunde excavatum plicisque ab umbilici margine radiatim prodeuntibus 13—17 instructum, quae singulae in lobulum marginis retusum excurrunt radiosque totidem truncatos produnt. Involucra tot quot plicae seu radii". Da aber l. c. versichert wird, dass die Autoren nur jugendliche Receptacula untersucht haben, so ist ein Irrthum nicht ausgeschlossen.

Nr. 8424. „**M. brasiliensis** n. sp. — Brasil. Sellow."

Die ♂ und ♀ Receptacula sind noch in einem sehr jugendlichen Zustande und erscheint es mir an und für sich sehr gewagt, nach solchem Materiale eine neue Art aufzustellen. Eine genaue Untersuchung hat es mir aber überdies klar gemacht, dass diese Pflanze weiter nichts ist, als eine ganz gewöhnliche Form von *M. chenopoda* L. mit etwas starrerem, unterseits mehr ge-

röthetem Laube, was sehr wohl auf einen sonnigeren Standort der Exemplare schliessen lässt (dergleichen kommt bei anderen Arten ebenfalls vor; vgl. *M. geminata* und Var. *subsimplex* Schffn. in dieser Abhandlung). Ich habe junge etwa gleich weit entwickelte ♀ Receptacula von *M. chenopoda* mit denen des Lindenberg'schen Exemplars verglichen und konnte keinen Unterschied herausfinden. Ich würde vorschlagen, die Art einfach einzuziehen.

Die Beschreibung in Syn. Hep. p. 537 enthält überdies einige Unrichtigkeiten: Das ♂ Receptaculum wird als „peltatum, angulatum" angegeben, es ist aber thatsächlich 4-strahlig, nur sind die Strahlen noch nicht in die Länge gestreckt, da es noch ganz jung ist, wie das genau ebenso bei allen anderen Arten mit handtheiligen ♂ Receptaculis der Fall ist. — Die Frons wird als „subtus esquamosa" beschrieben, was unrichtig ist, denn die Ventralschuppen sind vorhanden und gleichen ganz denen von *M. chenopoda*. Endlich soll sich diese Art von *M. cartilaginea*, deren ♀ Receptacula auf der Unterseite „pilis longis fuscescentibus" bekleidet sind, unterscheiden: „receptaculo ..... paleis brevibus purpureis instructo". Es sind aber auch hier die Spreuschuppen genau ebenso gestaltet, wie bei *M. cartilaginea* und *M. chenopoda*, nur mehr geröthet.

Nr. 8421. „**M. cartilaginea** Ldnb. — Ins. Sti. Vincentii — mis. Hooker".

Ich würde diese Pflanze ebenfalls unbedenklich zu *M. chenopoda* stellen, denn der Bau der Fruchtköpfe ist völlig übereinstimmend, soweit das nach dem noch sehr jugendlichen Zustande zu constatiren ist. Im Laube sind einige Unterschiede: 1) ist es bei *M. cartilaginea* viel kleiner, etwa halb so gross, wie bei *M. chenopoda*, 2) ist es sehr starr, lederartig, dicklich, 3) unterseits schwarzroth, die Ventralschuppen sind dunkel violettroth, 4) die Poren sind kleiner (aber vom selben Bau). Alles dies deutet darauf hin, dass die Pflanze an einem sonnigeren und trockeneren Standorte gewachsen ist und dürften alle diese Abweichungen vom normalen Typus darauf zurückzuführen sein.

♂ Receptacula sind an dem ziemlich reichlich aufgelegten Original-Exemplar nicht vorhanden und dürfte sich die Beschreibung derselben in Synopsis Hep. p. 537 wohl sicher auf die ganz junge ♀ Receptacula beziehen.

Ich würde vorschlagen, die Pflanze als Var. *cartilaginea* zu *M. chenopoda* L. zu stellen.

Erklärung der Tafeln.

Tabula VI.

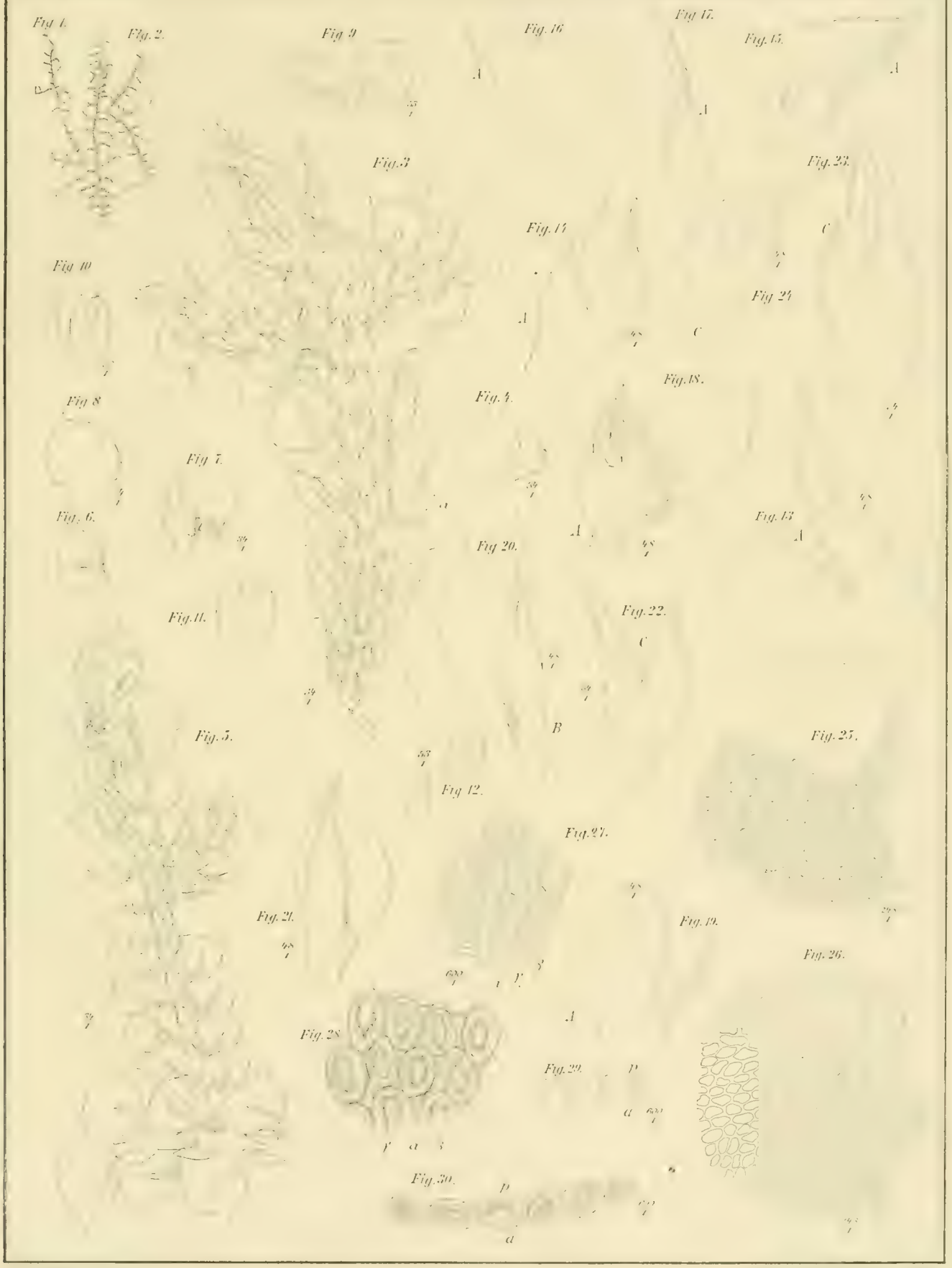
Tafel 1.

Frullania Karstenii nov. sp.

Fig. 1 und 2. Pflanzen in natürlicher Grösse.
Fig. 3. Zweig mit einer ♀ Inflorescenz. 34 : 1. α. ein abnormales Blatt, dessen Lobus tief zweispaltig ist.
Fig. 4. Lobus desselben separat gezeichnet. 34 : 1.
Fig. 5. Steriler Zweig, Posticalseite. 34 : 1.
Fig. 6. Astblatt. 34 : 1.
Fig. 7. Unterblatt und Axillarblatt. 34 : 1.
Fig. 8. Lobus desselben. 34 : 1.
Fig. 9. Unterblatt und Lobulus eines Axillarblattes. 53 : 1.
Fig. 10. Lobulus eines Axillarblattes. 53 : 1.
Fig. 11. Foliolum des Stengels. 53 : 1.
Fig. 12. Foliola des Astes. 53 : 1.
Fig. 13. ♀ Bractee. } Alle aus derselben Inflorescenz. 48 : 1.
Fig. 14. Bracteola. } Alle aus derselben Inflorescenz. 48 : 1.
Fig. 15—17. Die beiden ersten subfloralen Bracteen. } Alle aus derselben Inflorescenz. 48 : 1.
Fig. 18, 19. Die beiden zweiten subfloralen Bracteen und Bracteola. } Alle aus derselben Inflorescenz. 48 : 1.
Fig. 20, 21. Die beiden Bracteen einer anderen Inflorescenz. 48 : 1.
Fig. 22. Bractee. 34 : 1. } Aus einer anderen Inflorescenz.
Fig. 23. Bracteola. 34 : 1. } Aus einer anderen Inflorescenz.
Fig. 24. Subflorale Bracteola. 48 : 1. } Aus einer anderen Inflorescenz.
Fig. 25. Blattspitze. Hat mehrere Stunden in verdünnter Salzsäure mit Chlorkalium gelegen; die Zellgrenzen sind sehr deutlich, ebenso die contrahirten Primordialschläuche, hingegen sind die Lumina nicht wahrnehmbar. 248 : 1.
Fig. 26. Blattbasis ohne Anwendung von Reagentien; die Zellgrenzen sind nicht sichtbar, sondern nur die Lumina. 248 : 1.
Fig. 27. Zellen des Blattes ohne Anwendung von Reagentien. Die Zellgrenzen sind nicht sichtbar, jedoch hat der Riss (α) die Zellen in ihren Grenzen getrennt. Innerhalb der Lumina (β) sind die etwas contrahirten Primordialschläuche (γ) sichtbar. 600 : 1. [Seibert: Immersion Nr. VII.]

Frullania apiculata N. ab E.

Fig. 28. Blattzellen ohne Anwendung von Reagentien. Die Zellgrenzen (α) sind etwas deutlicher dargestellt, als man sie gewöhnlich sieht. β. Zell-Lumen; γ. Primordialschlauch. 600 : 1. [Seibert: Immersion Nr. VII.]
Fig. 29, 30. Querschnitte des Blattes. a. Anticalseite, p. Posticalseite. 600 : 1. [Seibert: Immersion Nr. VII.]



V. Schiffner: Exotische Hepaticae. Taf. 1.

Tabula VII.

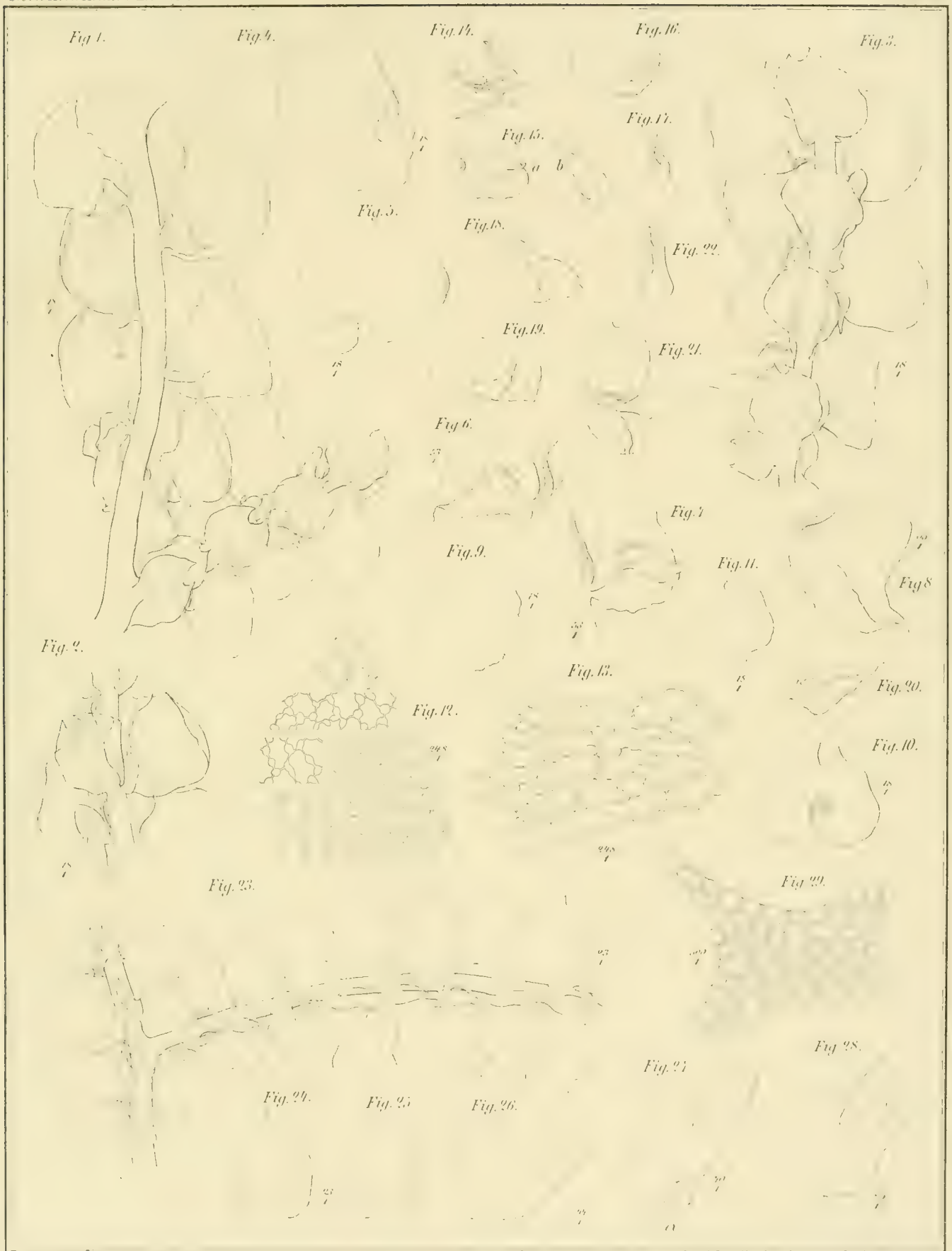
Tafel 2.

Frullania Stephanii nov. sp.

Fig. 1, 2, 3. Aststücke von der Posticalseite. In Fig. 1 sind die Foliola theilweise entfernt. 18 : 1.
Fig. 4, 5. Blätter. In Fig. 4 ist die Auricula mit gezeichnet. 18 : 1.
Fig. 6, 7, 8. Drei Auriculae sammt Stylus. 53 : 1.
Fig. 9, 10. Foliola des Stengels. 18 : 1.
Fig. 11. Foliolum des Astes. 18 : 1.
Fig. 12. Zellnetz der Blattspitze. 248 : 1.
Fig. 13. Zellnetz der Blattbasis. 248 : 1.
Fig. 14, 15. Bracteen. 15 b Lobulus einer solchen.
Fig. 16, 17. Bracteolae.
Fig. 18, 19. Subflorale Bracteen.
Fig. 20. Lobulus einer solchen.
Fig. 21. Subflorale Bractee und Bracteola.
Fig. 22. Subflorale Bracteola.
} Alle aus ganz jungen Inflorescenzen. 18 : 1.

Jubula Hutchinsiae (N. ab E.) **var. Warburgii** nov. var.

Fig. 23. Theil der Pflanze in Posticalansicht. 23 : 1.
Fig. 24, 25. Blätter. 23 : 1.
Fig. 26, 27, 28. Foliola. Bei Fig. 27 ist der Lobulus (α) des Blattes mit gezeichnet. 70 : 1.
Fig. 29. Zellnetz der Blattspitze. 300 : 1.



Lith Anst Julius Klinkhardt, Leipzig

V. Schiffner: Exotische Hepaticae. Taf. 2.

Tabula VIII.

Tafel 3.

Drepano-Lejeunea Blumii Steph. ms.

Fig. 1. Ast von der Posticalseite. 28 : 1.
Fig. 2. Blatt eines Zweiges. 28 : 1.
Fig. 3. Unterblatt und Lobulus. 87 : 1.
Fig. 4. Zellnetz nahe der Blattbasis, mit einer grossen Augenzelle. 248 : 1.

Drepano-Lejeunea setistipa Steph. ms.

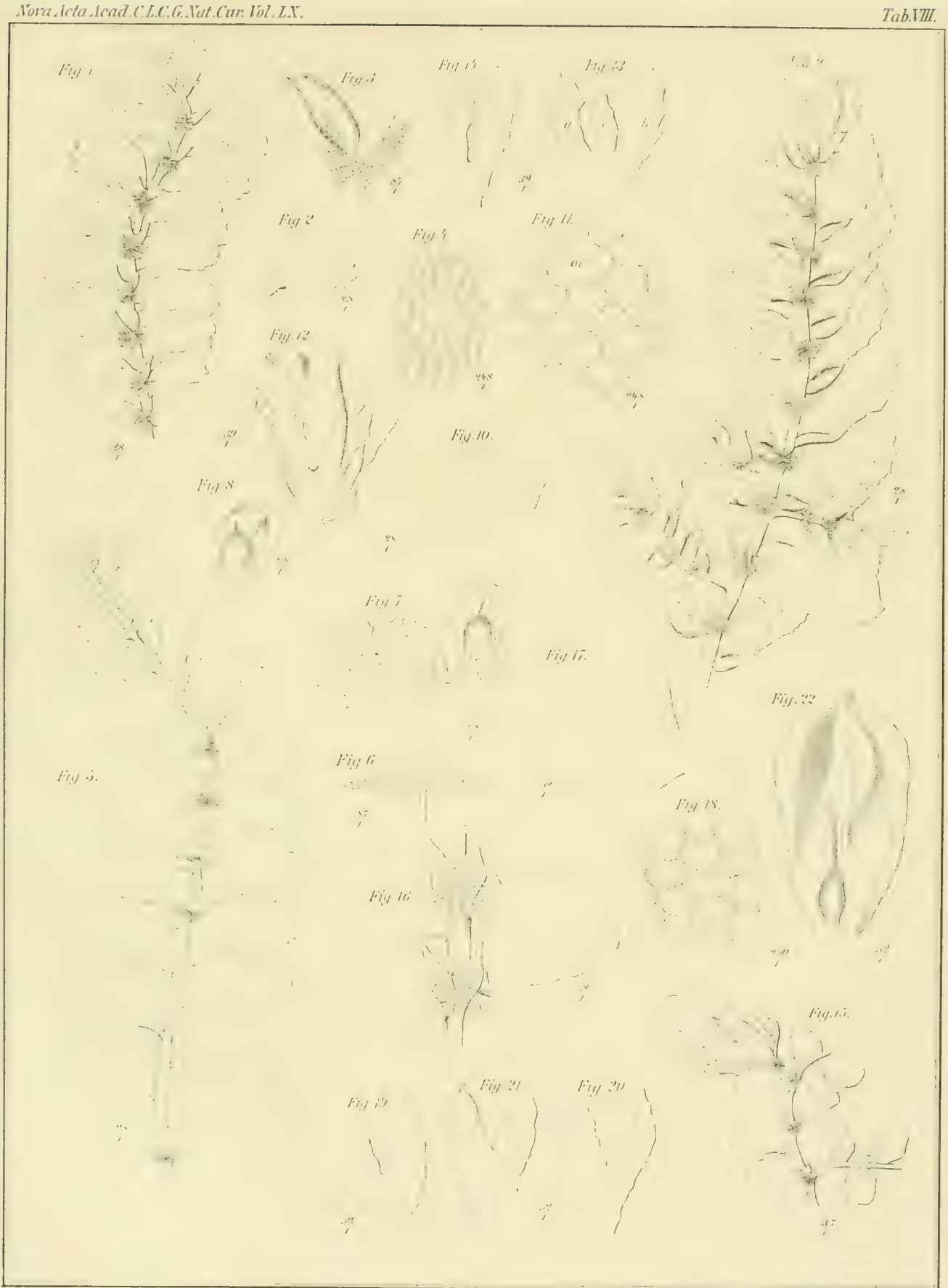
Fig. 5. Ast von der Posticalseite. 28 : 1.
Fig. 6. Unterblatt. 87 : 1.
Fig. 7. Perianthium mit dem Innovationsspross; Posticalansicht. 28 : 1.
Fig. 8. Dasselbe Perianthium; Anticalansicht. 28 : 1.

Lepto-Lejeunea Schiffneri (Steph. in litt.).

Fig. 9. Ast von der Posticalseite. 28 : 1.
Fig. 10. Blatt. 28 : 1.
Fig. 11. Blattzellnetz mit einer Augenzelle (oc). 248 : 1.
Fig. 12. Perianthium mit dem Perichätium; Posticalansicht. 39 : 1.
Fig. 13. Bractee (*b* deren Lobus, *c* Lobulus) und Bracteola (*a*). 39 : 1.
Fig. 14. Bractee desselben Perichätiums. 39 : 1.

Cheilo-Lejeunea novoguineensis nov. sp.

Fig. 15. Stück eines schwächeren Sprosses mit Perianthium; Posticalansicht. 37 : 1.
Fig. 16. Stück des Stengels; Posticalansicht. 52 : 1.
Fig. 17. Lobus eines Stengelblattes. 52 : 1.
Fig. 18. Zellnetz der Blattmitte. 250 : 1.
Fig. 19, 20. Die beiden Bracteen eines Perichätiums. 52 : 1.
Fig. 21. Bracteola desselben. 52 : 1.
Fig. 22. Perianthium; Anticalansicht. 52 : 1.



Dr Schiffner del 1897
Lith. Anst. Julius Klinkhardt, Leipzig

V. Schiffner: Exotische Hepaticae. Taf. 3.

Tabula IX.

Tafel 4.

Coluro-Lejeunea paradoxa nov. sp.

Fig. 1. Pflanze von der Posticalseite. 28 : 1.
Fig. 2. Zweig derselben, Posticalseite. 37 : 1.
Fig. 3. Schlauchblatt, Anticalansicht. 28 : 1.
Fig. 4. Blattzellnetz. 248 : 1.

Pycno-Lejeunea Schiffneri (Steph. in litt.)

Fig. 5. Männliche Pflanze, Posticalansicht. 34 : 1.
Fig. 6. Zweig mit einem Perianthium und einer ♀ Inflorescenz. 34 : 1.
Fig. 7. Blattzellnetz. 248 : 1.

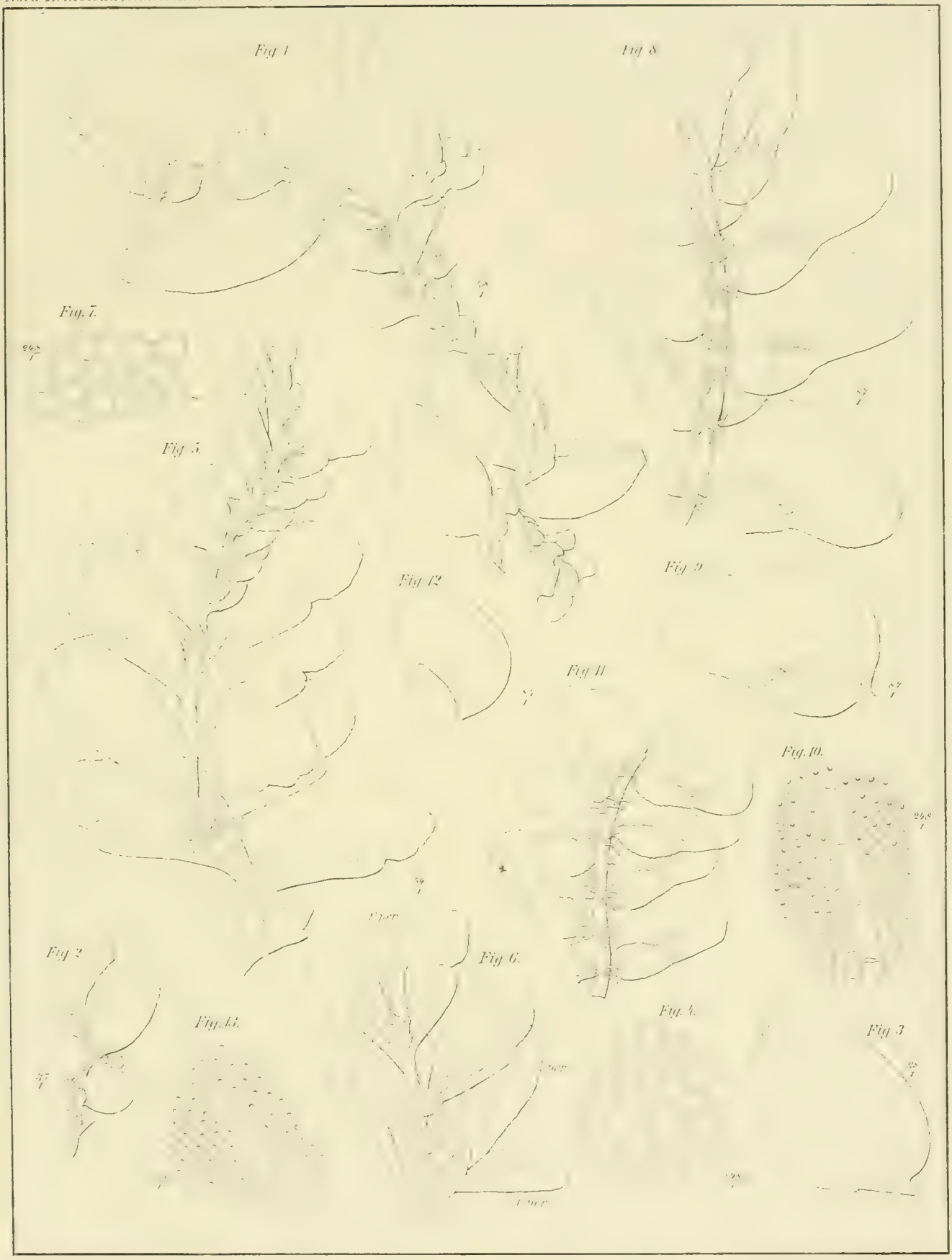
Colo-Lejeunea peraffinis nov. sp.

Fig. 8. Theil des Stengels, Posticalansicht. 87 : 1.
Fig. 9. Stengelblatt. 87 : 1.
Fig. 10. Zellnetz der Basis des Blattes. 248 : 1.

Colo-Lejeunea floccosa (L. et L.).

(Nach einem Original-Exemplar.)

Fig. 11. Theil des Stengels. 87 : 1.
Fig. 12. Stengelblatt. 87 : 1.
Fig. 13. Zellnetz der Blattbasis. 248 : 1.



V. Schiffner: Exotische Hepaticae. Taf. 4.

Tabula X.

Tafel 5.

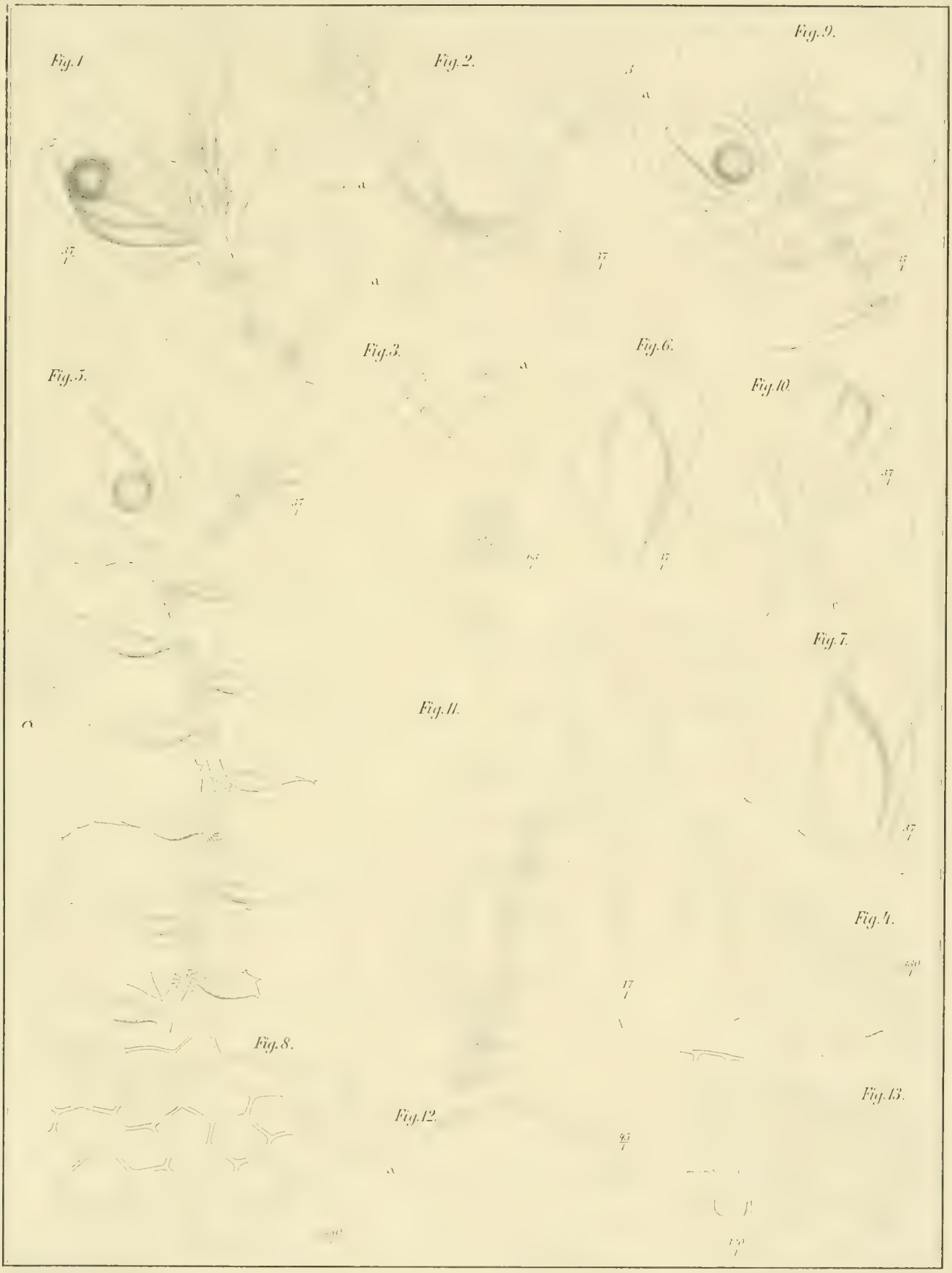
Colo-Lejeunea Goebelii (G. in litt.).

Fig. 1. Zweig der Normalform mit Perianthium von der Posticalseite. 37 : 1.
Fig. 2. Zweig der Normalform mit Perianthium und aufgesprungener Kapsel. 37 : 1.
Fig. 3. Blatt derselben Form. 63 : 1.
Fig. 4. Zellnetz des Blattrandes derselben Form. 330 : 1.
Fig. 5. Zweig von Var. *cardiocalyx* Schffn. mit Perianthium. 37 : 1.
Fig. 6 und 7. Perianthien derselben Varietät. Posticalseite. 37 : 1.
Fig. 8. Zellnetz des Blattrandes derselben Varietät. 330 : 1.
Fig. 9. Zweig der Var. *Acrotremae* Schffn. Posticalseite. 37 : 1.
Fig. 10. Perianthium derselben Varietät. Anticalseite. 37 : 1.

NB. In allen Figuren bedeuten α die grossen Zellen, an welchen die Brutknospen β angesessen haben.

Colo-Lejeunea ciliatilobula nov. sp.

Fig. 11. Zweig von der Posticalseite. 17 : 1.
Fig. 12. Lobulus von innen gesehen, α ist der Rand, wo der Lobus abgeschnitten ist. 45 : 1.
Fig. 13. Zellnetz des Blattrandes. 330 : 1.



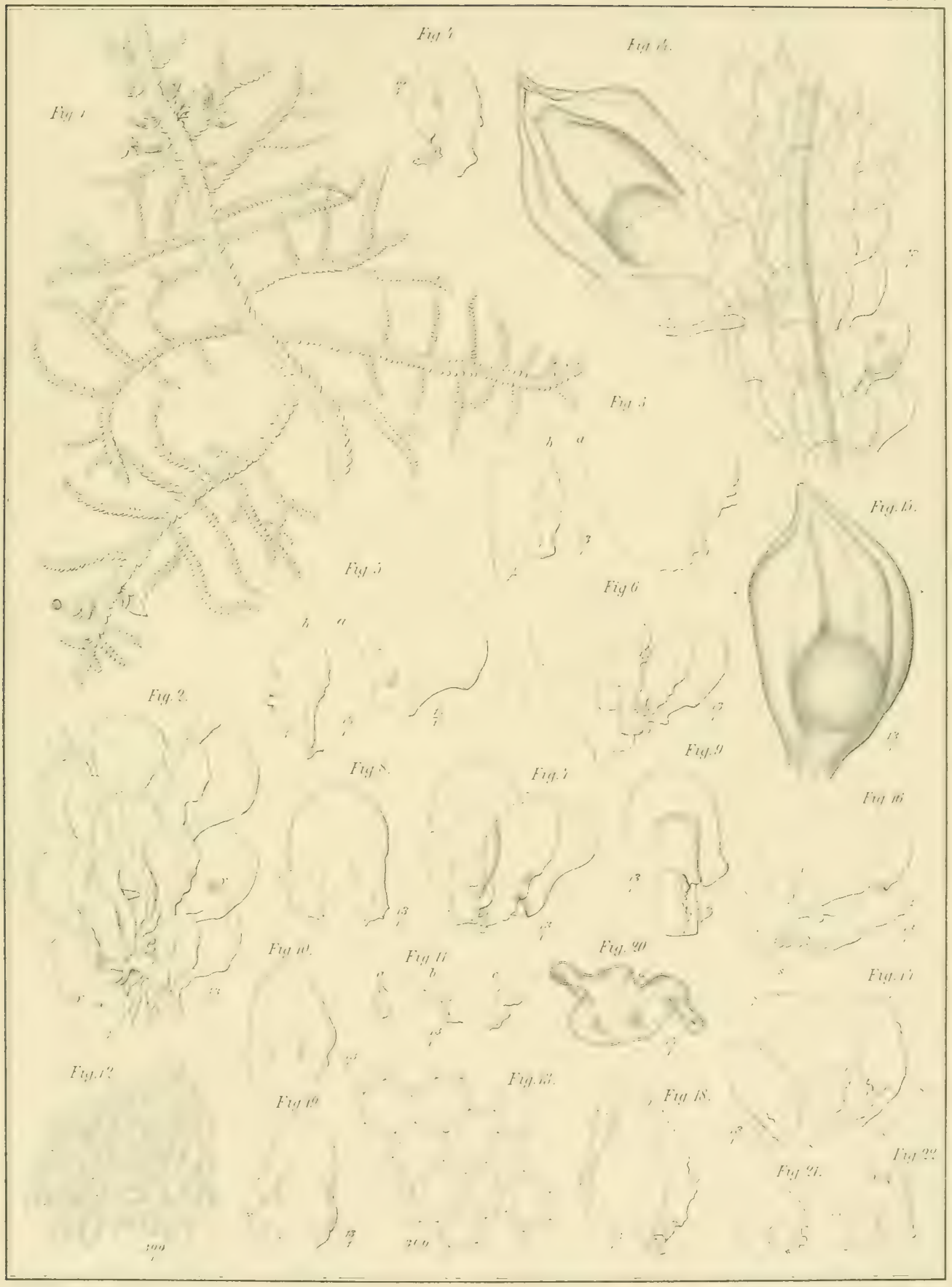
V. Schiffner: Exotische Hepaticae. Taf. 5.

Tabula XI.

Tafel 6.

Porella rotundifolia nov. sp.

Fig. 1. Weibliche Pflanze in natürlicher Grösse.
Fig. 2. Stück des Stengels. *α*. Ansatzstelle des untersten, abgetrennten Unterblattes; *β*. herablaufende Ränder des Unterblattes, die in Hohlschuppen zerschlitzt sind; *γ*. scheibenförmige Brutknospen (Prothallien). 13 : 1.
Fig. 3. a. Lobus, b. Lobulus eines Stengelblattes. 13 : 1.
Fig. 4. Lobulus eines anderen Stengelblattes. 13 : 1.
Fig. 5. a. Lobus, b. Lobulus eines Astblattes. 13 : 1.
Fig. 6. Blätter eines Astes. 13 : 1.
Fig. 7. Blatt und Unterblatt eines Astes. 13 : 1.
Fig. 8, 9. Unterblätter des Stengels. 13 : 1.
Fig. 10. Unterblatt eines Astes. 13 : 1.
Fig. 11. Drei Hohlschuppen der herablaufenden Ränder der Lobuli und Unterblätter. 13 : 1.
Fig. 12. Zellen des Blattrandes. 300 : 1.
Fig. 13. Zellen der Blattbasis. 300 : 1.
Fig. 14. Stück eines Astes mit einem Perianthium von unten. 13 : 1.
Fig. 15. Dasselbe Perianthium von oben gesehen. 13 : 1.
Fig. 16 und 17. Die beiden Bracteen von innen mit den innerhalb stehenden Schuppen s, von denen eine (s′) an die Bractee angewachsen ist. 13 : 1.
Fig. 18. Bracteola (die Spitze ist abgerissen). 13 : 1.
Fig. 19. Bracteola subfloralis. 13 : 1.
Fig. 20. Querschnitt des Perianthiums in der Richtung der Linie ←→ in Fig. 15. a. Anticalseite, p. Posticalseite. 13 : 1.
Fig. 21. Lobus der ♂ Bractee mit Antheridium.
Fig. 22. ♂ Bracteola mit den beiderseits angewachsenen Lobulis der beiden gegenüberliegenden Bracteen.



V. Schiffner: Exotische Hepaticae. Taf. 6.

Tabula XII.

Tafel 7.

Radula protensa Ldnbg.

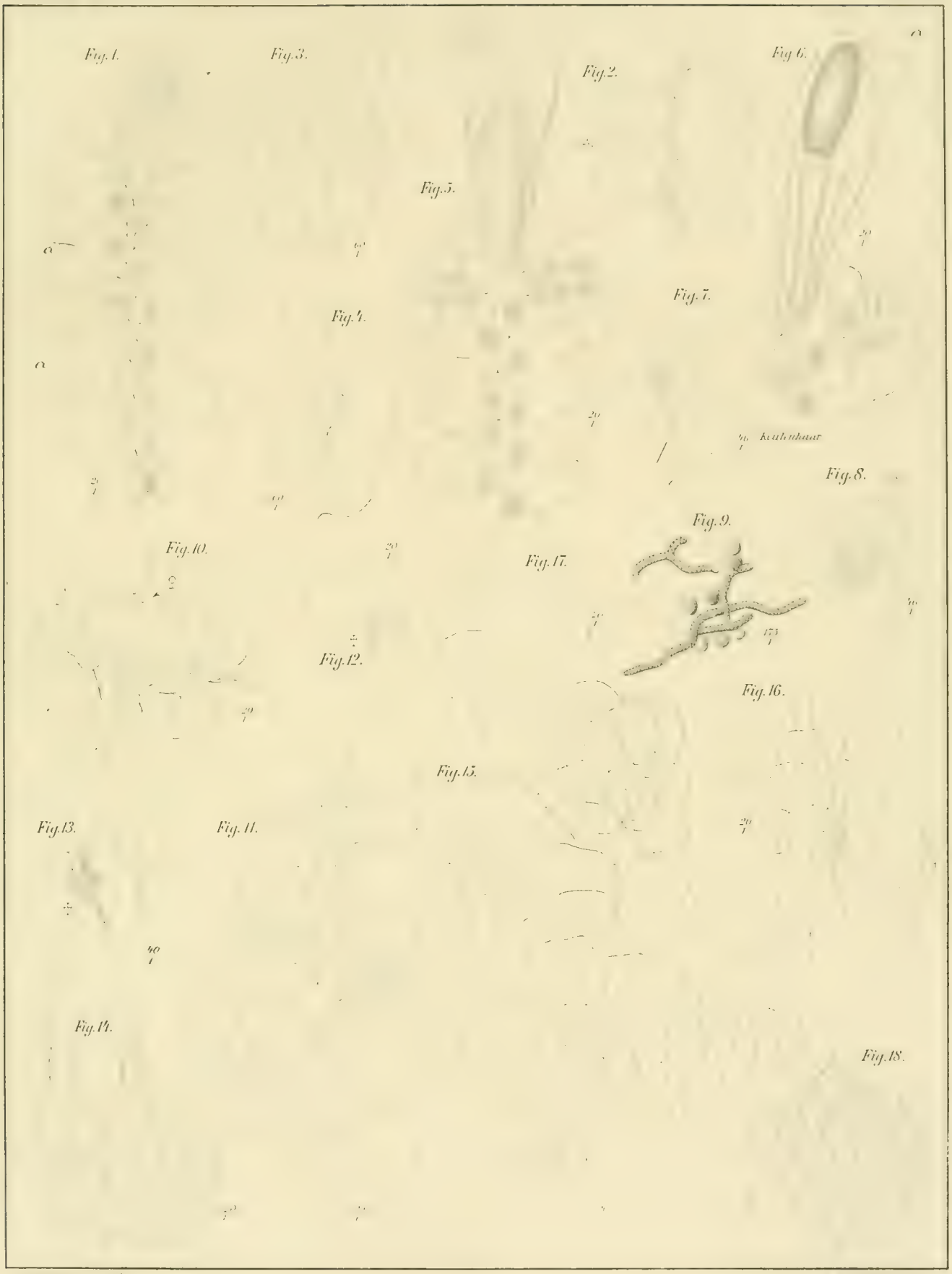
Fig. 1. Stengel mit einer ♂ Aehre; Posticalansicht. *α*. Brutknospen. 20 : 1.
Fig. 2. Stück desselben; Anticalansicht. 20 : 1.
Fig. 3 und 4. Stück der ♂ Aehre; postical und antical. 60 : 1.
Fig. 5, 6. Stücke ♀ Sprosse mit Perianthien. 20 : 1.
Fig. 7. Lobuli der Astblätter. 46 : 1.
Fig. 8. Lobulus eines Stengelblattes. 46 : 1.
Fig. 9. Sporen und Elateren. 175 : 1.

Radula protensa Ldnb. var. **errectilobula** var. nov.

Fig. 10. 11. Stengelstücke, Posticalansicht. 20 : 1.
Fig. 12. Einzelnes Blatt. 20 : 1.
Fig. 13. Lobulus desselben. 40 : 1.
Fig. 14. Zellen des Blattrandes. 420 : 1.

Radula subtropica Steph. msc.

Fig. 15, 16. Stengelstücke; Posticalansicht. 20 : 1.
Fig. 17. Einzelnes Blatt. 20 : 1.
Fig. 18. Zellnetz des Blattrandes. 420 : 1.



V. Schiffner: Exotische Hepaticae. Taf. V.

Tabula XIII.

Tafel 8.

Radula pycnolejeunioides sp. nov.

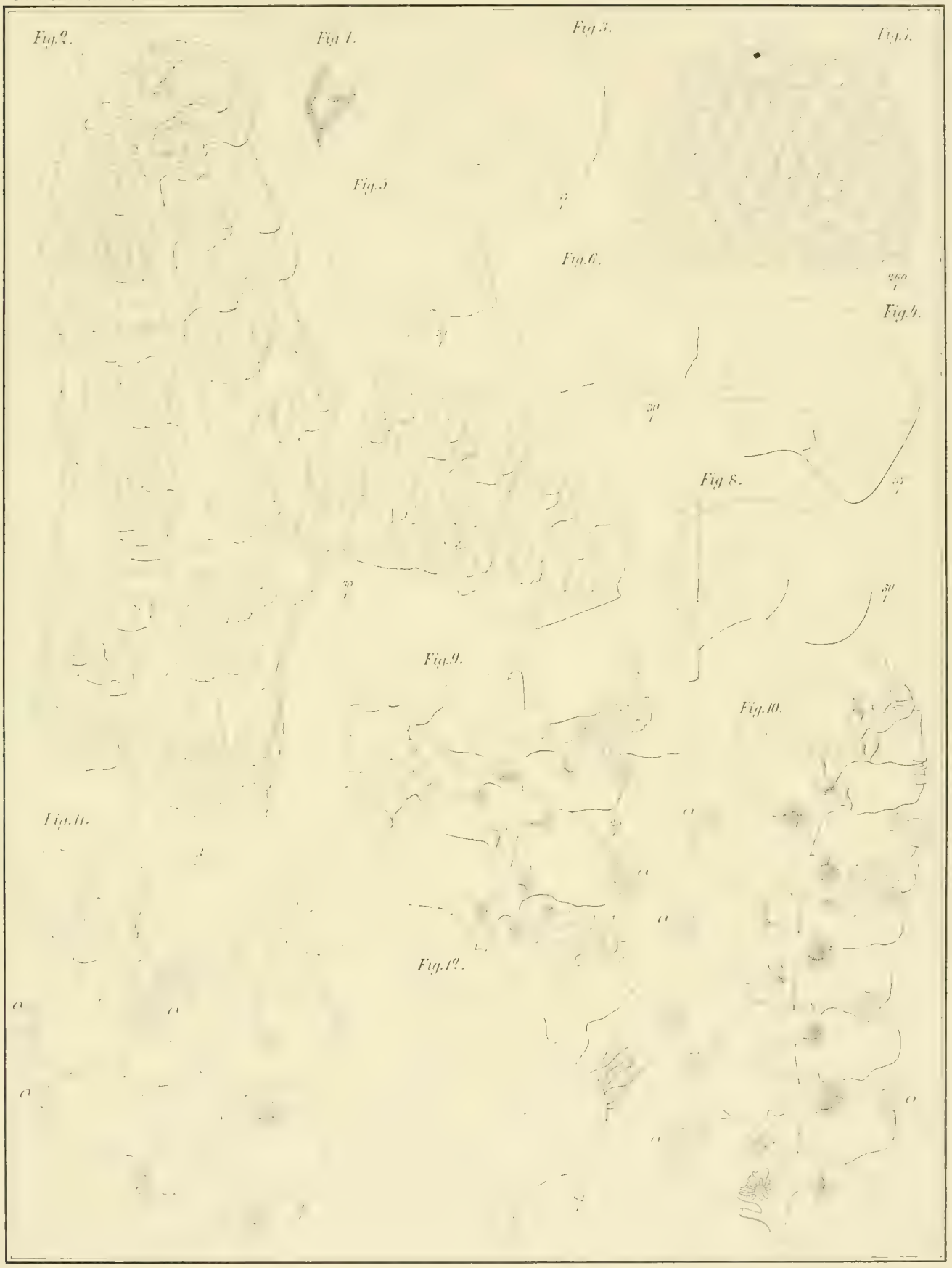
Fig. 1. ♂ Pflanze in natürlicher Grösse.
Fig. 2. Stück derselben von der Posticalseite mit zahlreichen ♂ Sprossen. 30 : 1.
Fig. 3—6. Blätter derselben, ausgebreitet. Fig. 3 und 4 = 37 : 1, Fig. 5 und 6 = 30 : 1.
Fig. 7. Zellnetz des Blattrandes. 260 : 1.

Radula amentulosa Mitten.

Fig. 8. Blatt von einem Originalexemplar Mittens, ausgebreitet. 30 : 1. (Nach einer Handzeichnung von F. Stephani.)

Radula tjibodensis (Goebel sine desc.) Schffn.

Fig. 9—11. Zweige von der Posticalseite mit Brutknospen α; β eine ♀ Inflorescenz. Fig. 9 und 10 = 25 : 1, Fig. 11 = 30 : 1.
Fig. 12. Lobulus. 82 : 1.



V. Schiffner: Exotische Hepaticae. Taf. 8.

Tabula XIV.

Tafel 9.

Herberta longispina Jack und Steph.

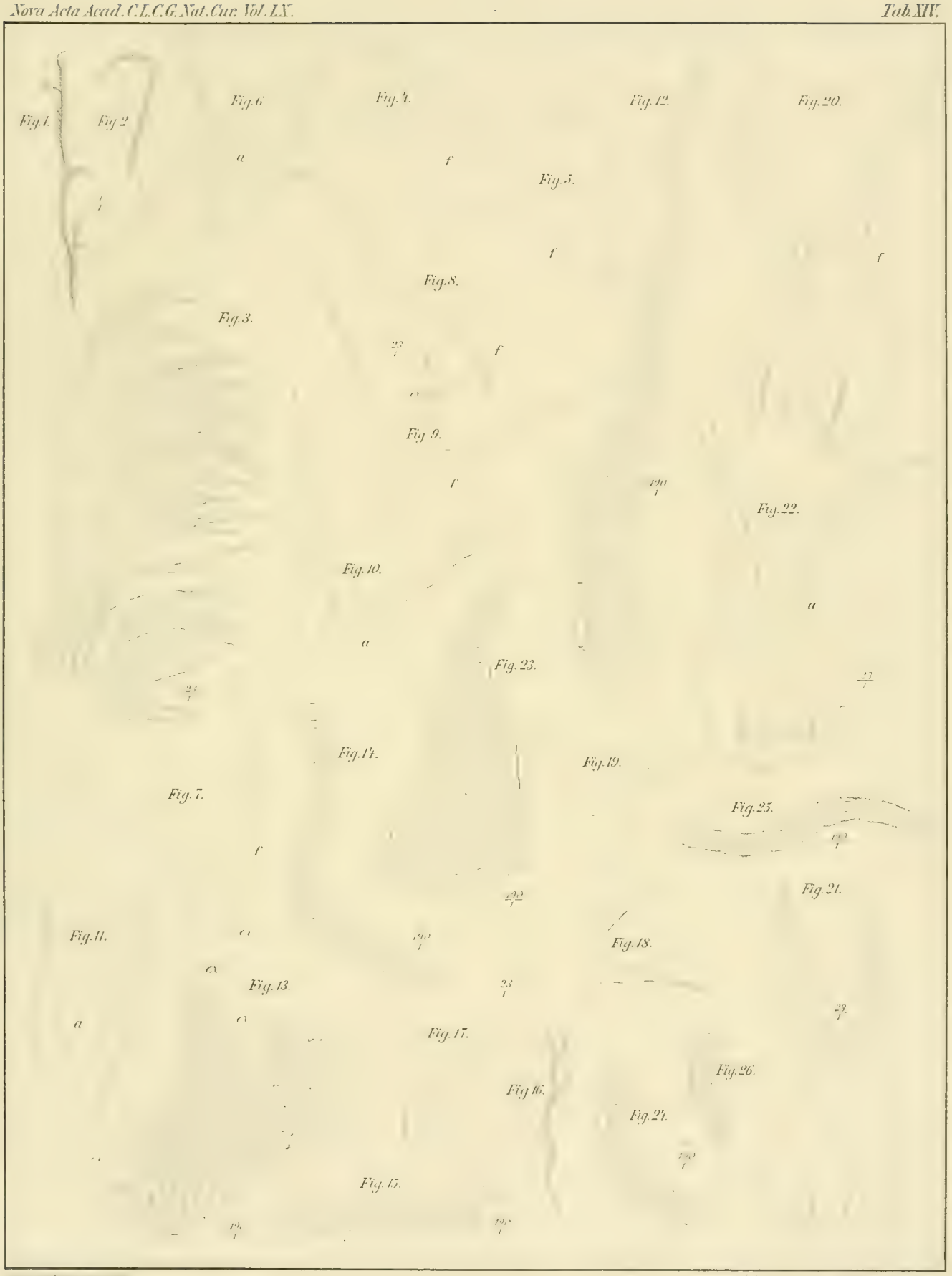
Fig. 1, 2. Pflanzen in natürlicher Grösse.
Fig. 3. Stammspitze. 23 : 1.
Fig. 4, 5. Blätter } des unteren Stengeltheiles. 23 : 1.
Fig. 6. Unterblatt }
Fig. 7, 8, 9. Blätter } des oberen Stengeltheiles; α. Keulenpapillen. 23 : 1.
Fig. 10, 11. Unterblätter }
Fig. 12. Spitze eines Blattlappens. 190 : 1.
Fig. 13. Stück der Blattbasis. α. Keulenpapillen. 190 : 1.
Fig. 14. Querschnitt aus der Blattbasis. 190 : 1.
Fig. 15. Querschnitt eines Blattlappens. 190 : 1.

Herberta adunca (Dicks.) B. Gr.

Fig. 16. Pflanze in natürlicher Grösse.
Fig. 17, 18, 19. Blätter. 23 : 1.

Herberta juniperina (Sw.).

Fig. 20, 21. Blätter. 23 : 1.
Fig. 22. Unterblatt. 23 : 1.
Fig. 23. Zellnetz der Spitze eines Blattlappens. 190 : 1.
Fig. 24. Querschnitt aus der Blattmitte. 190 : 1.
Fig. 25, 26. Querschnitte eines Blattlappens in verschiedener Höhe. 190 : 1.



V. Schiffner: Exotische Hepaticae. Taf. 9.

Tabula XV.

Tafel 10.

Kantia Goebelii nov. sp.

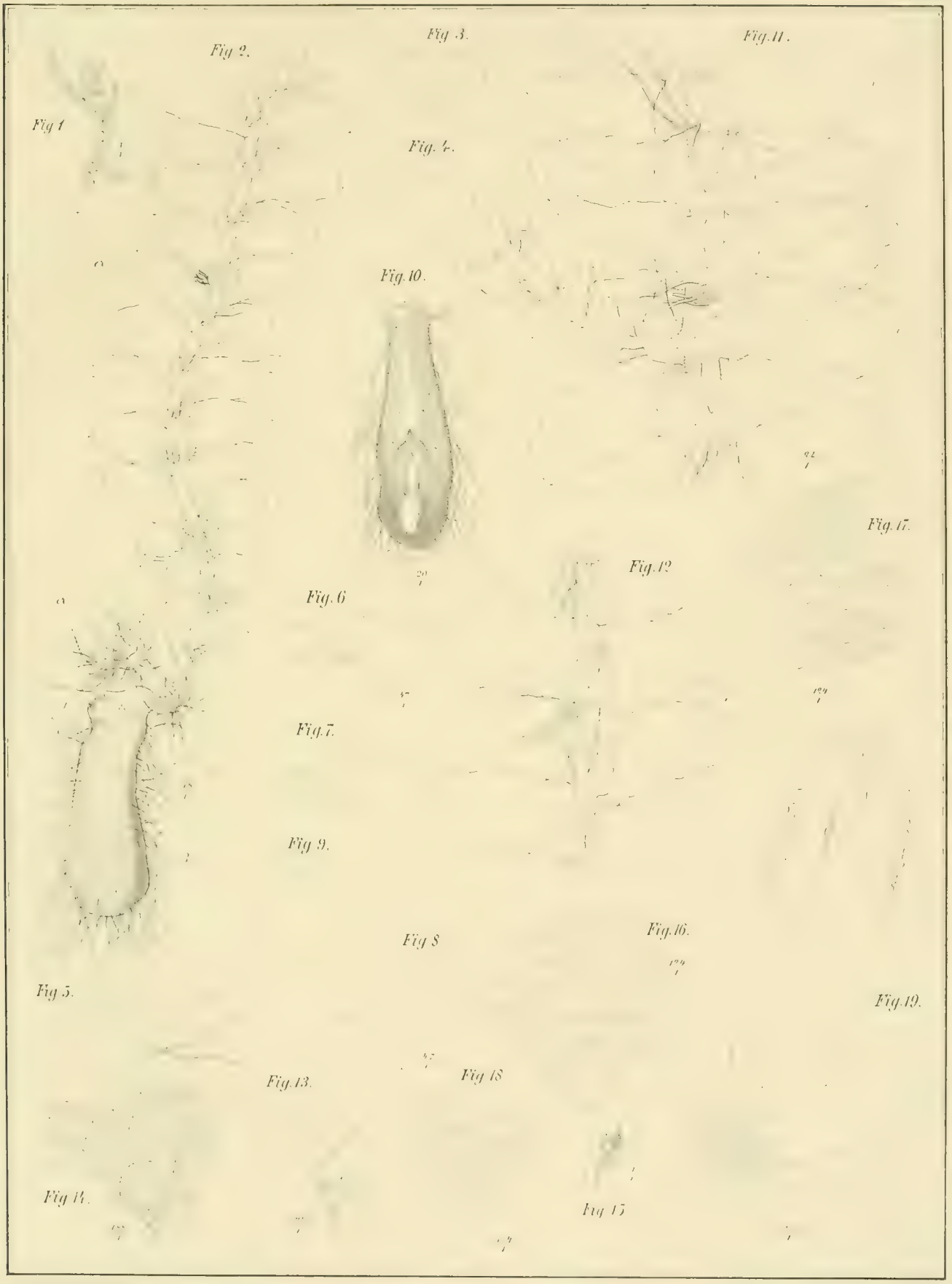
Fig. 1. Pflanze in natürlicher Grösse.
Fig. 2. Theil des Stengels, Posticalansicht. *α*. ♀ Inflorescenzen, *β*. entwickelter Fruchtsack. 18 : 1.
Fig. 3, 4. Astblätter. 18 : 1.
Fig. 5—7. Foliola ramulina. 47 : 1.
Fig. 8, 9. Foliola caulina. 47 : 1.
Fig. 10. Fruchtsack im Längsschnitt. 20 : 1.

Chiloscyphus granulatus nov. sp.

Fig. 11. Vollkommen entwickelte Pflanze, Posticalseite. 22 : 1.
Fig. 12. Jüngere Pflanze, Posticalansicht. 22 : 1.
Fig. 13. Unterblatt. 22 : 1.
Fig. 14. Zellen des Blattrandes. 188 : 1.

Lepidozia mamillosa nov. sp.

Fig. 15. Pflanze in natürlicher Grösse.
Fig. 16. Stengelblatt. 124 : 1.
Fig. 17, 18. Foliola. 124 : 1. (In Fig. 18 sind die Rindenzellen des Stengels mit gezeichnet.)
Fig. 19. Fruchtast mit dem Perianthium. 23 : 1.



V. Schiffner: Exotische Hepaticae. Taf. 10.

Tabula XVI.

Tafel 11.

Psiloclada unguligera nov. sp.

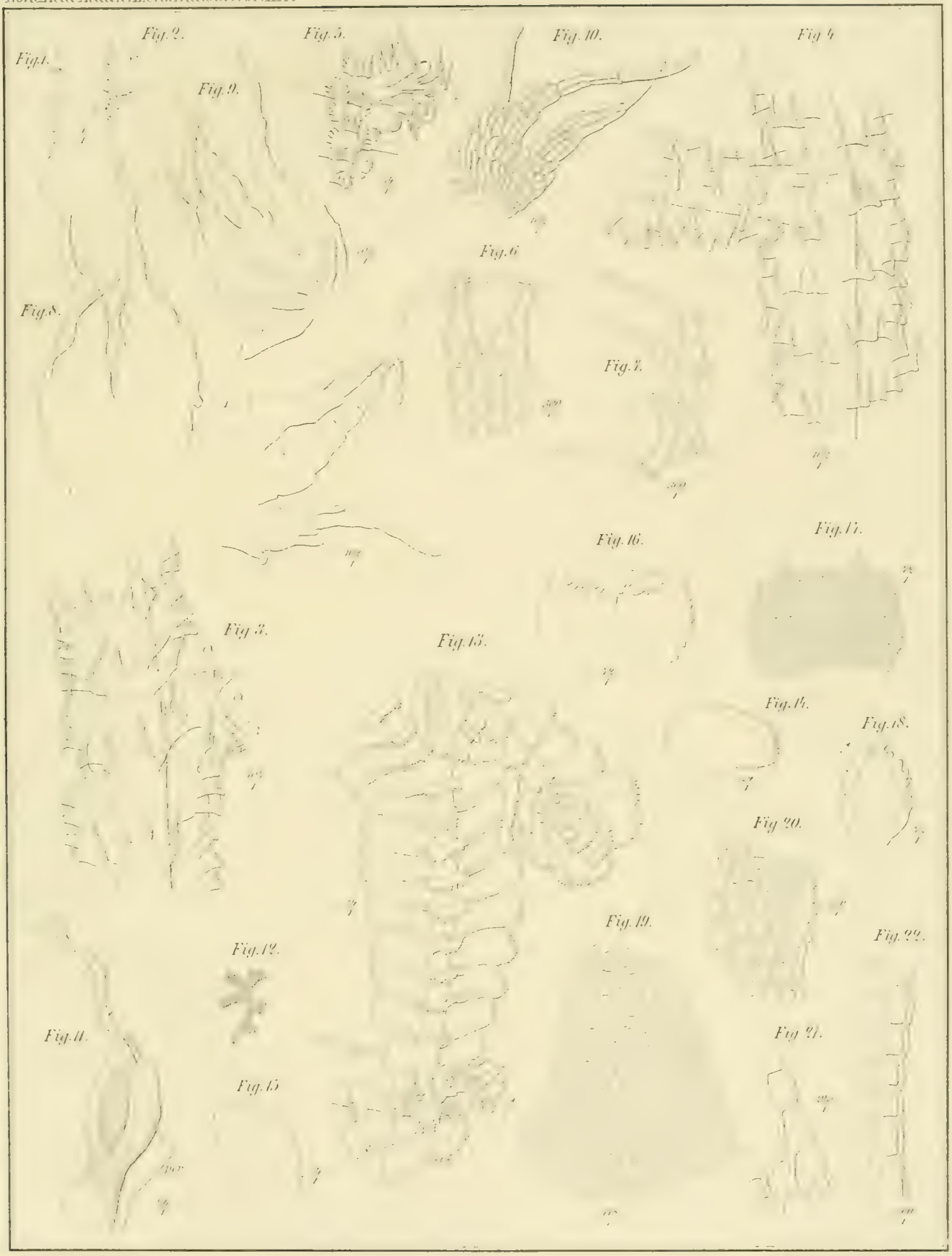
Fig. 1, 2. Pflanzen in natürlicher Grösse.
Fig. 3. Theil des Stengels; Posticalseite. *α*. Die ersten Unterblätter; *β*. das erste Blatt des Astes. 107 : 1.
Fig. 4. Theil des Stengels; Anticalseite. 102 : 1.
Fig. 5. Theil des Stengels mit einer ♀ Inflorescenz; Posticalseite. 34 : 1.
Fig. 6. Stück eines Blattes. 300 : 1.
Fig. 7. Unterblatt. 300 : 1.
Fig. 8—10. Theile des ♀ Involucrums. 102 : 1.

Bazzania pectinata (G. et L.).

Fig. 11. Eine Calyptra, innerhalb welcher sich ein kleinblätteriger Spross entwickelt hat. 26 : 1.

Bazzania horridula nov. sp.

Fig. 12. Pflanze in natürlicher Grösse.
Fig. 13. Stück derselben mit einem ♂ Aste; Posticalseite. 24 : 1.
Fig. 14. Blatt in natürlicher Lage. 24 : 1.
Fig. 15. Ein solches ausgebreitet. 24 : 1.
Fig. 16. Unterblatt in natürlicher Lage. 72 : 1.
Fig. 17. Ein solches ausgebreitet. 72 : 1.
Fig. 18. ♂ Bractee mit dem Antheridium. 72 : 1.
Fig. 19. Zellnetz der Blattbasis. 118 : 1.
Fig. 20. Zellnetz des Randes eines Unterblattes. 200 : 1.
Fig. 21. Längsschnitt durch die Blattbasis. 225 : 1.
Fig. 22. Längsschnitt durch die Blattmitte. 300 : 1.



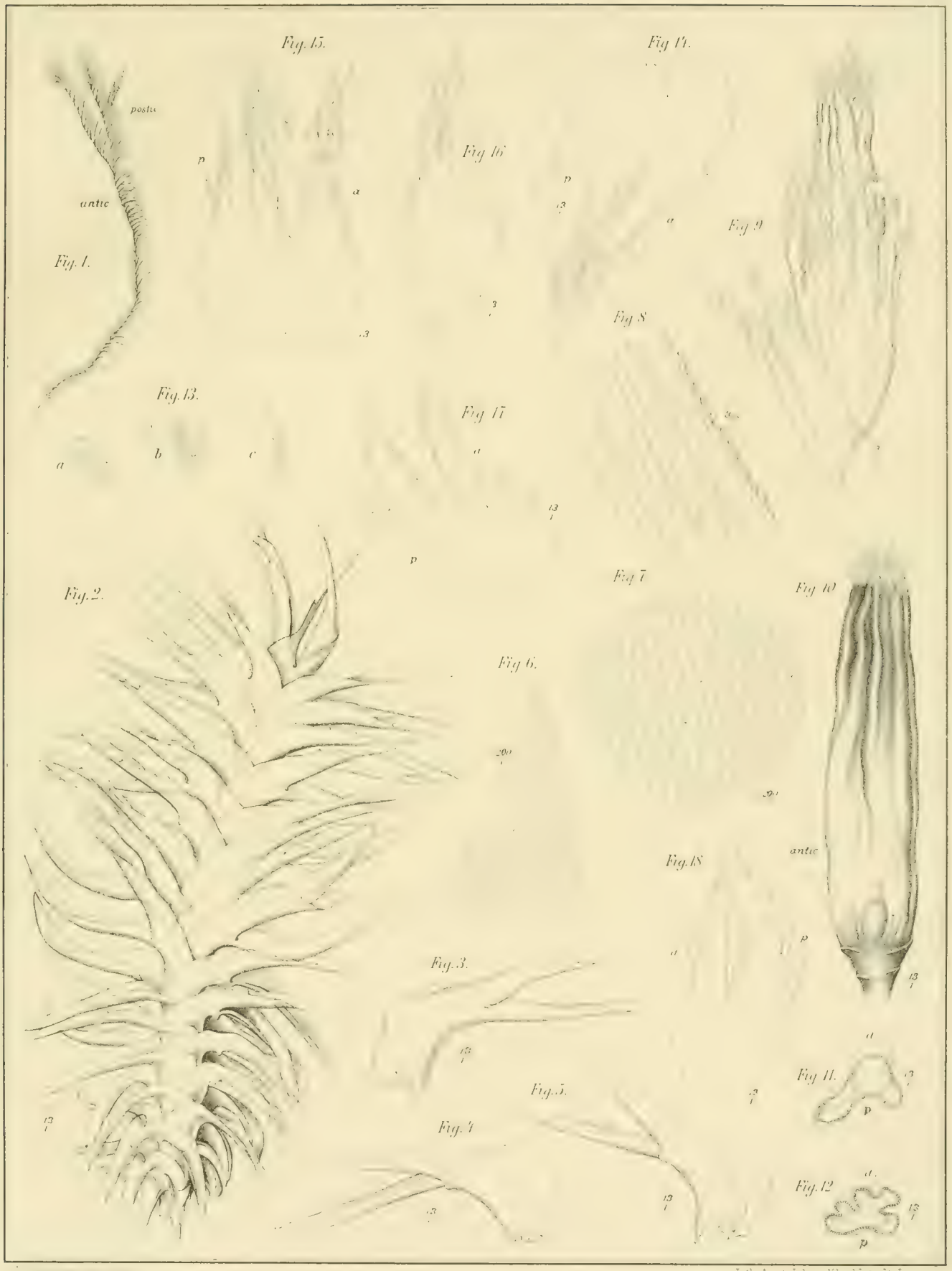
V. Schiffner: Exotische Hepaticae. Taf. II.

Tabula XVII.

Tafel 12.

Anastrophyllum Karstenii nov. sp.

Fig. 1. Pflanze mit Perianthium in natürlicher Grösse.
Fig. 2. Ast in der Anticalansicht. 13 : 1.
Fig. 3—5. Blätter in Anticalansicht. 13 : 1.
Fig. 6. Zellen der Blattspitze. 200 : 1.
Fig. 7. Zellen der Blattmitte. 200 : 1.
Fig. 8. Dieselben. 300 : 1.
Fig. 9. Perianthium mit dem Involucrum und der Bractea subfloralis in der Anticalansicht. 13 : 1.
Fig. 10. Perianthium; Anticalansicht. 13 : 1.
Fig. 11. Querschnitt des Perianthiums nahe der Basis. 13 : 1.
Fig. 12. Querschnitt des Perianthiums aus dessen oberer Hälfte. 13 : 1.
Fig. 13. Drei Lacinien mit deren Cilien von der Perianthium-Mündung. 13 : 1.
Fig. 14 und 15. Die beiden Bracteen; *a.* anticaler, *p.* posticaler Lappen. 13 : 1.
Fig. 16. Amphigastriumartiges Blättchen aus dem Involucrum. 13 : 1.
Fig. 17 und 18. Die beiden subfloralen Bracteen *a.* und *p.* wie in Fig. 14 und 15. 13 : 1.



Lith. Anst. Julius Klinkhardt, Leipzig.

V. Schiffner: Exotische Hepaticae. Taf. 12.

Tabula XVIII.

Tafel 13.

Jungermania (Jamesoniella) ovifolia nov. sp.

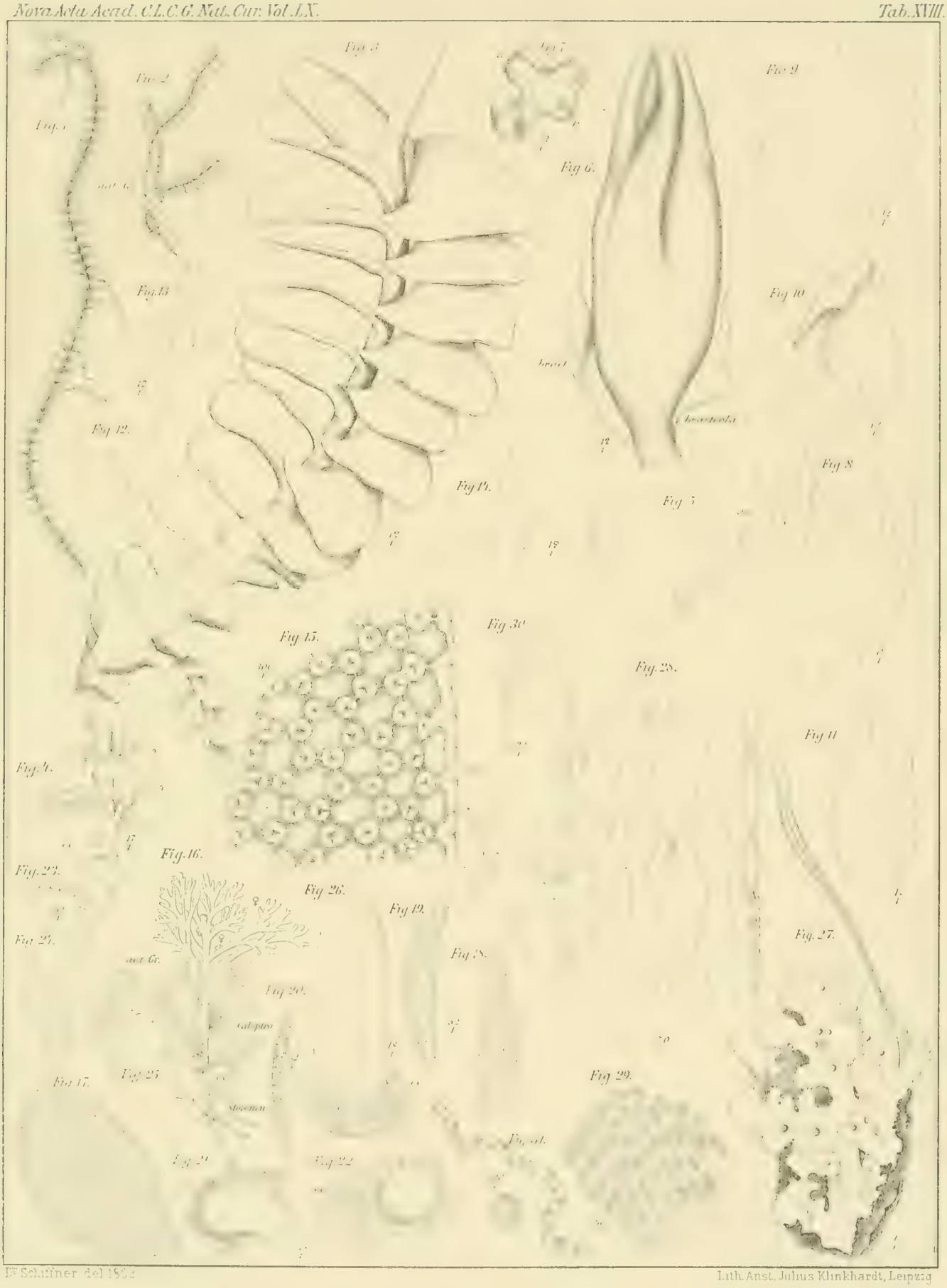
Fig. 1. Sehr grosse sterile Pflanze in natürlicher Grösse.
Fig. 2. Fruchtende Pflanze in natürlicher Grösse.
Fig. 3. Stück eines mittelmässig stark entwickelten Stengels, Anticalseite. 12 : 1.
Fig. 4. Stück einer Flagelle, Posticalseite. α. Foliola. 17 : 1.
Fig. 5. Stengelblatt. 12 : 1.
Fig. 6. Perianthium mit dem Involucrum. 12 : 1.
Fig. 7. Querschnitt desselben (in der Linie $\prec\!\!\!\succ$ in Fig. 6). 12 : 1.
Fig. 8. Bractee (β) und Bracteola (α). 12 : 1.
Fig. 9. Die andere Bractee desselben Involucrums, etwas zerstört. 12 : 1.
Fig. 10. Subflorale Bractee. 12 : 1.
Fig. 11—14. Subflorale Unterblätter aus demselben Involucrum. 12 : 1.
Fig. 15. Blattzellnetz. 300 : 1.

Aneura Goebelii nov. sp.

Fig. 16. Pflanze in natürlicher Grösse.
Fig. 17. Querschnitt durch den Hauptstamm. 52 : 1.
Fig. 18, 19. Querschnitte durch primäre Fiederäste. 52 : 1.
Fig. 20. Querschnitt durch ein Endfiederchen. 52 : 1.
Fig. 21, 22. Zwei Tori pistillorum von der Seite und von oben. α. Archegonien. 18 : 1.
Fig. 23, 24, 25. Randschuppen des Torus. 52 : 1.
Fig. 26. Calyptra mit eingeschlossenem Sporogon, am Grunde von den Randschuppen des Torus umgeben. α. Unbefruchtetes Archegonium. 18 : 1.

Anthoceros grandis Ångst.

Fig. 27. Pflanze mit einer reifen Sporenkapsel, auf einem Rindenstücke in natürlicher Grösse.
Fig. 28. Querschnitt des Thallus. 70 : 1.
Fig. 29. Zellen der oberen Rindenschicht von der Fläche gesehen. 70 : 1.
Fig. 30. Thallusrand. 22 : 1.
Fig. 31. Spore und Elater. 300 : 1.



Dr Schiffner del 1892

Lith. Anst. Julius Klinkhardt, Leipzig

V. Schiffner: Exotische Hepaticae. Taf. 13.

Tabula XIX.

Tafel 14.

Marchantia geminata N. ab E. R. et Bl.

Fig. 1. ♀ Pflanze in natürlicher Grösse.
Fig. 2. Ein Theil derselben in 5facher Vergrösserung.
Fig. 3. Eine ♀ Pflanze mit jüngeren Fruchtköpfen in natürlicher Grösse.
Fig. 4. Eine ♂ Pflanze in natürlicher Grösse von der Oberseite gesehen.
Fig. 5. Ein Theil derselben in 5facher Vergrösserung von der Unterseite.
Fig. 6. Fronslappen mit einem Brutknospenbecher. 5 : 1.
Fig. 7. Partie des Becherrandes. 35 : 1.
Fig. 8. Die in die Luftkammer ragende (innere) Mündung einer Spaltöffnung. 150 : 1.

Marchantia geminata var. **subsimplex** var. nov.

Fig. 9. ♀ Pflanze mit einem reifen Fruchtkopfe und drei Brutknospenbechern in natürlicher Grösse.
Fig. 10. Eine andere ♀ Pflanze in 4facher Vergrösserung.
Fig. 11. Theil einer ♂ Pflanze mit einem 5strahligen ♂ Receptaculum von oben gesehen, in 4facher Vergrösserung.
Fig. 12. Ein ♂ Receptaculum mit vier Strahlen, von der Unterseite gesehen. 4 : 1.
Fig. 13. Ein ♂ Receptaculum von der Unterseite gesehen, mit je einem jungen Pflänzchen auf jedem Strahl. 4 : 1.
Fig. 14 und 15. Ventralschuppen von der Unterseite eines Strahles des ♂ Receptaculums. 19 : 1.
Fig. 16 und 17. Spreuschuppen von der Unterseite eines ♀ Receptaculums. 19 : 1.
Fig. 18 und 19. Ventralschuppen der Frons. 19 : 1.
Fig. 20. Innere Mündungen der Spaltöffnungen. 145 : 1.
Fig. 21. Involucrum, an den beiden Rändern vom Strahl des Receptaculums abgetrennt und ausgebreitet, mit zwei jungen Früchten und abortirten Archegonien und Spreuschuppen aussen. 19 : 1.

V. Schiffner: Exotische Hepaticae. Taf. 14.

NOVA ACTA
der Ksl. Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher
Band LX. Nr. 3.

Mikrographie

der

Mitteldarmdrüse (Leber) der Mollusken.

Zweiter Theil. Erste Hälfte.

Specielle Morphologie des Drüsenepithels der Lamellibranchiaten. Prosobranchiaten und Opisthobranchiaten.

Von

Dr. **Johannes Frenzel,** Professor,
Friedrichshagen bei Berlin.

Mit 4 col. Tafeln Nr. XX—XXIII.

Eingegangen bei der Akademie am 5. August 1890.

HALLE.
1893.
Druck von E. Blochmann & Sohn in Dresden.
Für die Akademie in Commission bei Wilh. Engelmann in Leipzig.

Inhalt.

	Seite
Einleitung und Angabe der untersuchten Mollusken	321 (5)
I. Klasse: Lamellibranchiata	325 (9)
Asiphonida	325 (9)
Siphonida	332 (16)
III. Klasse: Gastropoda	343 (27)
1. Ordnung: Prosobranchiata	343 (27)
4. Ordnung: Opisthobranchiata	378 (62)
Schlusswort	403 (87)
Erklärung der Abbildungen	405 (89)

Einleitung.

Als ich — es ist bereits eine Reihe von Jahren darüber vergangen — die Untersuchung der Mitteldarmdrüse der Mollusken in Angriff nahm, herrschte noch eine ausserordentliche Unkenntniss über die Function dieser morphologisch so entwickelten Drüse.

Im ersten Theil dieser Mikrographie,* die hauptsächlich der zoologischen Station in Neapel ihre Entstehung verdankt, hatte ich nun zu zeigen versucht, dass wir über die Function nur das Eine sicher wüssten, dass unsere Drüse eine Verdauungsdrüse sei und etwa den physiologischen Werth des Pancreas habe. Ob ihr noch andere Functionen zukommen, ist eine Frage, deren Beantwortung ich nicht wagte; doch glaubte ich allerdings die Behauptung zurückweisen zu müssen, dass die Drüse ein „Hepatopancreas" sei, also gleichzeitig den physiologischen Werth einer Leber besitze.

Meiner Beweisführung legte ich zunächst eine anatomisch-histologische Untersuchung zu Grunde, an die sich sodann eine Anzahl physiologischer Experimente anschlossen. Je mehr Species der Mollusken ich aber heranzog, um so verwickelter wurde die Aufgabe und um so mehr wurde es mir klar, dass zu einer einigermaassen sicheren Beurtheilung ein möglichst umfangreiches Material heranzuziehen sei. Je mehr sich nun der erste Theil der Mikrographie seinem Abschluss näherte, um so mehr Lücken machten sich bemerkbar, und es zeigte sich die unabweisbare Nothwendigkeit, diese Lücken nach Möglichkeit auszufüllen. Trotzdem ferner die Anzahl der in Neapel untersuchten Molluskenspecies schon keine geringe war, so mussten die Resultate doch um so mehr an Werth gewinnen, je grösser der Kreis des Untersuchten wurde.

*) Nova Acta etc. Bd. XLVIII Nr. 2 (1886) S. 81 flg.

In Triest und in Kiel gelang es mir, eine ganze Reihe von bisher noch nicht herangezogenen Formen unter das Mikroskop zu bringen, so dass sich in dieser Hinsicht manche Lücke schloss. — Auch andere Fragen harrten dabei ihrer Beantwortung. So hatten wir früher innerhalb einer und derselben Species nicht unbeträchtliche Abweichungen und Variationen kennen gelernt. Es lag also nahe, nachzusehen, welches die Gründe hierfür wären. Ist es Abhängigkeit von der Jahreszeit oder vom Alter des Individuums oder vom Wohnort, vom Klima etc.? Spielt die Nahrung des Thieres dabei eine Rolle oder der jeweilige Ernährungszustand?

Eine ganz bestimmte Antwort kann auch jetzt noch nicht auf diese Fragen gegeben werden. Es sind aber doch eine Reihe von Thatsachen namhaft zu machen, welche gewisse Schlüsse, wenn auch vielleicht nur im negativen Sinne, gestatten.

Die Untersuchung des Epithels fand in der schon früher angegebenen Weise statt, aber so, dass in allen Fällen die Untersuchung des frischen, auf dem Objectträger zerzupften Gewebes bevorzugt wurde.

Die Objecte, welche uns hier vorliegen, sind theilweise dieselben, die wir in Neapel kennen gelernt hatten. Es war daher in vielen Punkten eine Revision und eine Erweiterung der älteren Resultate möglich. Dazu kommt aber eine ganze Anzahl neuer Species. Während in Neapel etwa 80 verschiedene Species herangezogen wurden, beläuft sich die Zahl von Triest und Kiel auf etwa 64, wovon 45 für uns neu, die übrigen 19 aber von früher her bekannt sind. Die neu hinzugekommenen Species sind in nachfolgender Aufzählung durch den Druck besonders hervorgehoben.

Uebersicht des Untersuchungsmaterials.

I. Klasse: Lamellibranchiata.

a. Asiphonida.

1) *Ostrea edulis* L.
2) ***Ostrea virginiana* Lam.**
3) *Pecten jacobaeus* L.
4) ***Lima squamosa* Lam.**
5) *Mytilus edulis* L.
6) *Lithodomus dactylus* Sow.
7) ***Arca noae* L.**
8) *Pectunculus glycymeris* Lam.

b. Siphonida.

9) *Cardium edule* L.
10) ***Montacuta bidentata*** **Mont.**
11) ***Cyprina islandica*** **L. (Lam.)**
12) ***Venus gallina*** **L.**
13) *Venus verrucosa* L.
14) ***Venus decussata*** **L.**
15) ***Petricola lithophaga*** **Stol.**
16) ***Tellina baltica*** **L. (solidula Lam.)**
17) ***Scrobicularia piperata*** **Gm. (Ad.)**
18) *Solen ensis* L.
19) ***Mya arenaria*** **L.**
20) ***Corbula gibba*** **Oliv. (nucleus Lam.)**
21) ***Gastrochaena modiolina*** **Lam. (dubia Penn.)**

(II. Klasse: Scaphopoda.)

III. Klasse: Gastropoda.

I. Ordnung: Prosobranchiata.

1. Placophora.

22) *Chiton siculus* Gray.
23) ***Chiton cajetanus*** **Poli.**

2. Cyclobranchia.

24) *Patella coerulea* L.

3. Aspidobranchia.

25) ***Fissurella costaria*** **Defr.**
26) ***Fissurella gibba*** **Phil.**
27) ***Fissurella spec.***
28) *Haliotis tuberculata* L.
29) *Turbo rugosus* L.
30) ***Trochus divaricatus*** **L.**
31) ***Trochus laugieri*** **Payr.**
32) ***Trochus striatus*** **L.**
33) ***Trochus albidus*** **Gm.**
34) ***Clanculus (Monodonta) cruciatus*** **L.**

4. Ctenobranchia.

35) ***Mitra ebenus*** **Lam.**
36) *Murex trunculus* L.
37) *Murex brandaris* L.
38) ***Murex erinaceus*** **L.**
39) ***Murex edwardsii*** **Payr.**
40) ***Nassa pygmaea*** **Lam.**
41) ***Conus mediterraneus*** **Brug.**
42) ***Rissoa octona*** **L.**
43) ***Rissoa membranacea*** **J. Ad.**
44) ***Littorina littorea*** **L.**
45) ***Turitella communis*** **Risso.**
46) ***Cerithium scabrum*** **Oliv.**
47) *Cerithium vulgatum* Brug.
48) ***Aporrhais pes-pelecani*** **L. (Gray.)**

(II. Ordnung: Heteropoda.)

(III. Ordnung: Pulmonata.)

IV. Ordnung: Opisthobranchiata.

1. Tectibranchia.

49) *Bulla hydatis* L.
50) ***Doridium tricoloratum*** **Ren.**
51) ***Philine aperta*** **L. (Asc.)**
52) ***Cylichna truncata*** **Mont.**
53) ***Acera bullata*** **Müll.**
54) *Aplysia punctata* Cuv.

2. Dermatobranchia.

55) *Doris tuberculata* Cuv.
56) ***Doris johnstonii*** **Ald. & H.**
57) *Doris marmorata* Brgh.
58) ***Doris spec. 1°.***
59) ***Doris spec. 2°.***
60) ***Doriopsis limbata*** **Cuv.**
61) ***Tethys fimbriata*** **L.**
62) ***Aeolis exigua*** **Ald. & Hanc.**
63) ***Aeolis drummondii*** **Thomps.**
64) ***Embletonia pallida*** **Ald. & Hanc.**

(IV. Klasse: Pteropoda.)

(V. Klasse: Cephalopoda.)

I. Klasse: Lamellibranchiata.

Asiphonida.

1) Ostrea edulis L.

Triest, September bis December.

Im Vergleich mit anderen Mollusken hat die Auster eine ziemlich grosse, aber nicht stark gefärbte Mitteldarmdrüse. Da alle ihre Gewebe hellfarbig sind und wenig Pigmente enthalten, so kommt man unwillkürlich auf den Gedanken, dass die Färbung der genannten Drüse hiermit in Zusammenhang stehe. Was die Lamellibranchiaten anbetrifft, so kann ein solcher Zusammenhang wohl auch nicht gänzlich geleugnet werden; es giebt aber im Uebrigen eine ganze Reihe anderer blass gefärbter Mollusken, wo eher das Gegentheil obwaltet, wie es umgekehrt auch kräftig und bunt tingirte giebt, deren Mitteldarmdrüse sich davon ausschliesst.

Das secernirende Epithel enthält bei der Auster nur eine Zellart, die der Körnerzellen; die anderen sonstwo vorkommenden, Keulenzellen sowohl wie Kalkzellen, fehlen mit Sicherheit hier vollständig, wie ich dies auch schon früher angegeben hatte (vergl. Theil I, p. 173).

Die Körnerzellen umschliessen zunächst lebhaft braun gefärbte Körner, ohne dass darin Granula zu erkennen sind. Auch eine Quellung dieser Körner findet statt, die sich ähnlich wie bei *Pecten* entwickelt (s. weiter unten). Ferner gewahrt man in diesen Zellen vacuolenartige, d. h. schwach lichtbrechende Körperchen, welche sich unzweifelhaft an die Eiweissklümpchen, wie sie sonst auftreten, anschliessen, wenn sie nicht etwa damit identisch sind.

Es ist ganz evident, dass ausserdem keine andere Zellart im Epithel vorhanden ist. Dies ist also von einem ausserordentlich einfachen Bau, und da ausser den Körnern kaum andere morphologisch hervorragend charakterisirte

Elemente auftreten, so begegnen uns hier die einfachsten Verhältnisse unter allen Mollusken. Da aber, wie wir oben erwähnten, die Mitteldarmdrüse der Auster räumlich stark entwickelt ist, so können wir durchaus nicht annehmen, dass ihre Function eine untergeordnete sei.

2) Ostrea virginiana Lam.

Durch die Güte des Herrn Prof. Dr. Möbius erhielt ich in Kiel einige Exemplare derjenigen amerikanischen Austern, mit denen man damals Kulturversuche an der Ostküste Schleswig-Holsteins machte.

Die Thiere waren mager, ihr Gewebe locker und wässerig. Dabei hatte die Leber einen geringeren Umfang als bei der normalen Speise-Auster. Da mir aber keine normalen amerikanischen Austern zum Vergleich vorlagen, so ist darüber, wie ferner über die auffallend helle Farbe unseres Organes kein sicherer Schluss zu ziehen.

Auch hier ist nur eine Zellart, die der Körnerzellen, vorhanden. Die Körner selbst sind sehr blass, von diffuser, weniger fleckiger Färbung und ohne Granula. Sie sehen eigenthümlich verquollen und verwässert aus, als wenn sie aus einer weichen Gallerte beständen.

Von Fetttröpfchen ist in diesen Zellen nur wenig zu sehen. Die Ausfüllung der Zellen geschieht vielmehr durch zahlreiche vacuolenartige Gebilde, die vielleicht nur wässerige Ansammlungen sind.

3) Pecten jacobaeus L.

(Abbildungen: Taf. 3. Fig. 1, 3, 5 und 10.)

Von diesem so häufigen Meeresmollusk wurde eine Anzahl von Exemplaren, sowohl grosse wie kleine, während des Octobers in Triest untersucht.

Die Körnerzellen stimmen im Allgemeinen mit denen überein, die wir bereits im ersten Theile dieser Mikrographie, Taf. 1. Fig. 15, abgebildet haben. Die Farbe der Körner ist bräunlich-grün, unter sich übereinstimmend bei den verschiedenen Individuen und in den verschiedenen Theilen der Drüse, so dass nur geringe und wenig markirte Farbenvariationen vorkommen. Ihre Anzahl ist eine mässig grosse, doch wächst sie mit der Reife der Zelle. Denn man sieht kleinere Zellen, in deren feinkörnigem Plasma oft nur ein einzelnes Korn liegt, und ihnen stehen grosse, reife Zellen gegenüber, wo die

Zahl der Körner eine recht bedeutende wird. In diesem Falle können die Körner so dicht gedrängt liegen, dass sie den gesammten Zellleib bis auf die sehr kleinen Fetttröpfchen völlig ausfüllen (Taf. 3. Fig. 10). Derartige Zellen sehen dann zum Verwechseln den keulenförmigen Fermentzellen ähnlich, von welchen sie aber, wie sogleich zu zeigen sein wird, sicher unterschieden werden können. Lässt man nämlich ein Drüsen-Zupfpräparat auf dem Objectträger mit reichlich Seewasser etwa eine Stunde liegen, so behalten die Körner ihre Farbe unverändert, während der Inhalt der Keulenzellen mehr und mehr verblasst. Ferner kleben die Körner, wenn sie auch eng gedrängt liegen, nicht fest zusammen, bilden also keinen so compacten Haufen, wie der Secretballen der anderen Zellen.

Die Granula in den Körnern sind so klein, dass sie oft nicht mehr aufzufinden sind. Die Körner selbst sind fast kugelig, immer glattrandig (nicht runzelig), und ihre Färbung ist eine fleckige. Es giebt in demselben Individuum Zellen, worin sich neben normalen auch gequollene Körner, und Zellen, worin sich nur normale finden. Sie können von diesen ganz vollgepfropft sein, so dass eine weitere Veränderung der Körner nicht mehr anzunehmen ist, da die Quellung bereits in den halbreifen Zellen vor sich geht und diese Zellen sicherlich schon reife sind. Hierfür spricht das Fehlen von jungen, noch wachsenden Körnern und der Zustand der Körner selbst, die so intensiv, wie nur möglich, gefärbt sind.

Wo Quellung vorhanden ist, findet sie nach dem gewöhnlichen Schema statt: Die Körner werden grösser und heller, indem der unverändert bleibende Farbstoff sich in einem grösseren Raume vertheilt, wobei die Granula verschwinden, wenn sie überhaupt vorhanden sind.

In den jüngeren Körnerzellen (Taf. 3. Fig. 3) sieht man deutlich einen ziemlich grossen Kern, der ein weitmaschiges Netzwerk führt. Sein Durchmesser ist etwa = 4,5 μ. Auffallend ist es, dass derartige Zellen schon eine gewisse Grösse erreichen, ehe ihr secretorischer Inhalt sich entwickelt. Dieser nimmt sogar erst in bedeutenderem Maasse zu, wenn die Zelle nahezu ihr Maximum an Grösse erreicht hat, und der Grössenunterschied zwischen jungen Zellen mit wenig Körnern und reiferen mit zahlreicheren Körnern ist kein so bedeutender. Der am meisten auffallende Unterschied besteht also in erster Linie in dem Reichthum an Körnern; und je zahlreicher diese und je gleich-

mässiger sie in ihrer Grösse, Färbung etc. sind, um so reifer ist die Zelle. Auch andere Momente kommen hier in Betracht. So haben die jungen Zellen immer einen riesigen Kern mit deutlichem Netzwerk und ein körniges Plasma (Taf. 3. Fig. 3), was auch, wie wir später noch sehen werden, in den meisten anderen Fällen stattfindet.

Oft sieht man mehrere solcher jungen Körnerzellen zusammengelagert, so dass man vermuthen möchte, sie seien durch Theilung einer Zelle resp. einer Mutterzelle hervorgegangen.

In reiferen Zellen bemerkt man Körper, bei denen es zweifelhaft erscheint, ob es Eiweissklümpchen, gequollene Körner oder gar vacuolenartige Gebilde sind. Ich möchte sie zu letzterem Sammelbegriff stellen, da sie kaum gefärbt sind, fast gar nicht glänzen und leicht platzen, was bei unseren sogenannten Eiweisskörperchen nicht eintritt. Möglich wäre es immerhin, dass sie eine flüssig gewordene Modification derselben vorstellen, da sich echte und unzweifelhafte Eiweissklümpchen hier nicht auffinden lassen. Diese gehören vielmehr den keulenförmigen Fermentzellen an.

Die Färbung des Inhaltes dieser letzteren Zellart stimmt bei jedem Individuum fast genau mit derjenigen der Körner im Farbenton und dessen Intensität überein. Zuweilen erscheint wohl der Klumpen etwas heller, was aber vielleicht davon herrührt, dass er mehr Glanz hat.

Jede Zelle enthält einen compacten Ballen, der ganz wie bei *Venus* etc. construirt ist. Man könnte auf den ersten Blick hin glauben, er bestünde aus einem Conglomerat von Körnern, wie dies etwa bei *Patella coerulea* der Fall ist, was später noch darzustellen sein wird. Dies wäre aber ein Irrthum. Zwar besteht der Ballen aus einzelnen Partikeln, und deren Grösse und Form ähnelt auffallend den Körnern in den Körnerzellen. Aber beim Zertrümmern der Ballen sieht man, dass er nicht aus kugelförmigen Körnern, sondern nur aus Kugelabschnitten besteht, die mit der convexen Seite nach aussen umeinander aufgeschichtet sind. Diese Kugelstücke scheinen kappenartig hohl zu sein, und jedes einzelne Stück ist sehr blass, blasser als die Körner. Der gelbgrüne Farbstoff ist nur in der Mantelschicht abgelagert (Taf. 3. Fig. 1, vergl. Fig. 11). Einzeln sieht man aber in den Zellen solche Stücke niemals, sondern nur einen einzigen grösseren oder auch mehrere solcher Haufen vereinzelt. Hierin liegt ein wichtiger Unterschied gegen die

Körnerzellen mit zusammengeballtem Inhalt, wo recht wohl noch vereinzelte Körner anzutreffen sind. Das Wachsthum eines solchen Fermentballens geschieht also nicht, wie in den Körnerzellen, durch Aneinanderkitten schon vorhandener Stücke, sondern durch eigenes selbstständiges Wachsthum von innen heraus oder an der Oberfläche in Folge von Neubildung neuer Theilstücke. Nach dem ganzen Habitus des Klumpens zu urtheilen, möchte wohl die letztere Annahme mehr Wahrscheinlichkeit für sich haben, da der Klumpen doch eine gewisse Festigkeit besitzt, wodurch das vom Centrum ausgehende Einkeilen neuer Stücke sehr erschwert, wenn nicht unmöglich gemacht würde.

Die Anzahl der Theilstücke eines solchen Ballens ist eine sehr bedeutende. Zählt man sie an der Peripherie der Oberfläche längs eines grössten Kreises, so erhält man etwa 25 bis 35 Stück. Es sind also ohne Zweifel mehrere Hunderte zum Aufbau eines Ballens nothwendig.

In jüngeren Zellen hat der Ballen eine kugelige, weiterhin eine ovale Form. In reiferen Zellen wird er der Keulengestalt der letzteren zu Liebe birnförmig (Taf. 3. Fig. 1). Auch hierin unterscheidet er sich von den anderwärts auftretenden Körnerklumpen, welche durchgängig oval oder kugelig sind. Dies rührt zweifelsohne davon her, dass unsere Keulenzellen mehr dazu befähigt sind, eine keulenförmige Gestalt anzunehmen, als die Körnerzellen, die mehr cylindrisch bleiben.

Diese Fermentzellen platzen leicht bei der Präparation; der Ballen aber ist ziemlich resistent und kann nur durch stärkeren Druck zertrümmert werden.

Im Koth einer Pilgermuschel fanden sich nur vereinzelte Körner, aber nichts, was auf die Keulenzellen schliessen liess. Der Fermentballen dürfte also wohl im Darme zu Grunde gehen.

4) Lima squamosa Lam.

Triest, October bis November.

Die Drüse ist hier von kräftig grünbrauner Farbe und von tubulösem Bau. Das Epithel ähnelt dem von *Pecten* sehr, denn auch hier stimmt die Färbung und das sonstige Aussehen der beiden Zellarten in vielen Punkten ausserordentlich überein.

Die Körnerzellen enthalten kleine gelbgrüne Körner, ohne Granula erkennen zu lassen.

Die Keulenzellen haben einen ähnlichen Bau, wie die von *Pecten* und *Venus*, doch ist der Fermentklumpen relativ klein. Eine concentrische Schichtung der einzelnen Theilstückchen lässt sich hier ebenfalls gut erkennen.

5) Mytilus edulis L.

(Abbildung: Taf. 3. Fig. 22.)

Triest und Kiel.

Die Mitteldarmdrüse der Miessmuschel ist dadurch bekannt geworden, dass man in ihr den Sitz des specifischen Giftes der Muschel gefunden hat. Sie ist gross und von schöner brauner Farbe, die mit der Gesammtfärbung des Thieres und der Schale in einem gewissen Einklang steht, was, wie wir schon sahen, nicht überall der Fall ist.

Bei einer genaueren Untersuchung fand ich das Fehlen der keulenförmigen Fermentzellen bestätigt (vergl. Theil I, p. 173), so dass also diese Drüse auch nur eine einzige Epithelzellenart besitzt. Dieser Befund ist um so sicherer, als Vergleichsobjecte sowohl in Triest wie auch in Kiel vorlagen, und zwar auch zu den verschiedensten Jahreszeiten, nämlich im November, März und Juni.

Der Bau der Körnerzellen ist ähnlich wie bei *Venus*, wo er noch genauer zu besprechen sein wird. Die Farbe der Körner ist jedoch davon etwas verschieden und mehr rein braun. Trotz ihrer relativen Kleinheit finden sich meist nur wenig Körner in einer Zelle. Granula sind in den Körnern durchgängig nicht mehr zu erkennen oder so ausserordentlich klein, dass ihre Natur kaum sicher zu bestimmen ist (vergl. Theil I, Taf. 2. Fig. 91).

Eine Quellung der Körner findet oft statt (Taf. 3. Fig. 22); doch giebt es Individuen, wo davon nichts wahrzunehmen ist. Im ersteren Falle kann man vielfache Uebergänge von den normalen Körnern zu den grösseren bemerken. Letztere sind grosse Kugeln, fleckig braun, und man erkennt, dass der Farbstoff innen der Wand angelagert ist. Derartige gequollene Körner können den doppelten bis dreifachen Durchmesser eines normalen Kornes annehmen.

In Zellen, wo keine Quellung stattfindet, sieht man noch farblose oder schwach gelbliche Eiweissklümpchen, die etwa so gross wie gequollene Körner sind. Sie sind kugelig, glatt, d. h. ohne Runzeln. Dort, wo Quellung der Körner stattfindet, fehlen die Eiweisskügelchen oft. In einigen Fällen blieb

es mir auch zweifelhaft, ob ich es mit einem blassen gequollenen Korn oder mit einem gelblichen Klümpchen zu thun hatte. Solchen Grad von Aehnlichkeit können die beiden Gebilde erreichen.

Eine Wimperung besitzt das Epithel sicher nicht. Von den Zellen ist aber noch zu bemerken, dass sie oft granulöse Fetttröpfchen enthalten.

6) Lithodomus dactylus Sow.

Triest.

In Uebereinstimmung mit früheren Befunden bei *Lithodomus* in Neapel vermisste ich auch hier die Keulenzellen.

Die Körnerzellen sind unbewimpert. Sie enthalten nur wenige Körner, die oft in Quellung übergehen. Daneben erkennt man noch Eiweissballen, die viel grösser als die Körner sind.

Die Drüse selbst ist gross, von kaffeebrauner Farbe.

7) Arca noae L.

Es wurden Exemplare davon im November und dann wieder im März zu Triest untersucht. Ein wesentlicher Unterschied, der eine Abhängigkeit von der Jahreszeit etc. verrathen hätte, war aber nicht festzustellen.

Auch hier giebt es nur eine Zellart, die der Körnerzellen; von Keulenzellen ist keine Spur bemerkbar.

Die Körner sind von kräftiger, rein brauner Farbe, bei manchen Individuen allerdings auch mit grünlichem Schimmer. Sie sind klein und etwas runzelig. Granula sind nicht mit Sicherheit aufzufinden. Bei manchen Thieren bemerkt man fast in jeder Zelle eine Quellung, bei anderen fehlt sie völlig. Die gequollenen Körner werden fast ganz farblos, so dass sie beinahe wie Eiweissklümpchen erscheinen, wenn man nicht immer noch am Rande Spuren des bräunlichen Farbstoffes wahrnehmen würde.

Wirkliche Eiweissklümpchen sind mir hier aber nicht aufgefallen, sondern nur sehr kleine Fettkügelchen. Eine Wimperung fehlt gleichfalls.

Wir haben hier also einen höchst interessanten, aber seltenen Fall vor Augen. Oefters haben wir nur noch eine Zellart im Epithel. Hier enthalten die Zellen aber nur ein einziges Product, nämlich die Körner. Diese müssen also ganz unzweifelhaft die alleinigen Träger des Fermentes vorstellen. Es

würde nun von besonderer Bedeutung sein, an der Hand dieses anatomischen Befundes die speciellere Function dieser Drüse festzustellen und nachzusehen, welcher Art die verdauende Wirkung der Drüse ist und wie und ob sie sich von der anderer Mollusken unterscheidet.

8) Pectunculus glycymeris Lam.

Triest.

Auch von dieser Muschel gelangten sowohl im Frühjahr wie im Herbst einige Exemplare zur Untersuchung.

Die Drüse ist gross, dunkelbraun und besteht aus länglichen Tuben. Eine Flimmerung fehlt dem Epithel, das auch hier wieder nur aus Körnerzellen besteht; meine frühere Angabe über die Keulenzellen beruht auf einer Verwechselung derselben mit dem oft klumpigen Inhalt der Körnerzellen.

Diese Zellen bieten hier nichts Neues. Die Färbung der Körner ist ein mittleres Braun; sie sind fast kugelig und ziemlich glattrandig. Eine Quellung findet ebenfalls statt. Im März bemerkte ich ausserdem kleine Fettkügelchen.

Vergleichen wir nun die von uns besprochenen Asiphoniden, zu welchen sich noch von früher her *Pecten opercularis* gesellt, so sehen wir, dass nur die Genera *Pecten* und *Lima* zweierlei Epithelzellarten besitzen, welche in ihrem Bau übereinstimmen. Die übrigen der in Betracht gezogenen Genera verfügen nur über die Körnerzellen. Auch die Entwickelung der Eiweissklümpchen tritt stark zurück. Zuweilen fehlen sie gänzlich, meist aber weichen sie in ihrem Aussehen erheblich von der Norm ab und erinnern eher an Flüssigkeitstropfen, sogenannte Vacuolen. Es sind uns hiermit die einfachsten Formen begegnet, in denen das Drüsenepithel auftreten kann, was schon deshalb unsere Aufmerksamkeit erregen muss, weil die Asiphoniden auch aus anderen Gründen in die unterste Reihe der Mollusken gestellt werden.

Siphonida.

9) Cardium edule L.

(Abbildungen: Taf. 3. Fig. 7, 8 und 11.)

Untersucht wurden Exemplare davon ebenfalls im November wie auch im März zu Triest, ferner auch im Juni zu Kiel. Die letzteren Exemplare waren durchgängig kleiner als die ersteren.

Die Leber ist gross, kräftig dunkelbraun gefärbt, so dass sie durch die hellen Gewebe der darüber liegenden Organe hindurchschimmert. Sie besteht aus zahllosen acinösen Tuben.

Wir haben hier wieder zweierlei Zellen im Epithel.

Die Körnerzellen ähneln denen von *Venus verrucosa* (s. d.). Sie sehen den Keulenzellen ebenfalls ähnlich, aber doch nur so, dass der Unterschied grösser und deutlicher als bei *Venus* und eine Verwechselung nicht mehr so leicht möglich ist.

Unsere Taf. 3. Fig. 7, stellt einen kolbenförmigen Tubus dar, bei welchem uns die eigenthümliche Anordnung des Epithels auffällt. Die Keulenzellen liegen nämlich am blinden, die Körnerzellen am offenen Ende des Tubus, und nur an der Uebergangsstelle findet eine Vermischung beider Elemente statt. Die Keulenzellen überwiegen an Grösse wie an Menge ganz bedeutend und nehmen den grössten Raum des Tubus ein.

Die Körnerzellen scheinen zu flimmern. Leider lässt sich dies am unverletzten Tubus nicht ganz sicher constatiren, und beim Zerzupfen gehen die Zellen oder doch die Wimperung meist zu Grunde.

Die Zellen enthalten spärliche, aber grosse, blassgrüngelbe Körner, deren Form fast kugelig und ziemlich glattrandig ist. Jedes Korn enthält ein einzelnes oder wenig mehr kleine Granula von intensiv dunkelrother Farbe. Der übrige Theil der Zelle ist gleichmässig von gleich grossen Kugeln ausgefüllt, die theils Fett, theils eiweissartige Körper sind.

Während wir im Allgemeinen in der Mitteldarmdrüse der Mollusken die Wahrnehmung machen, dass bei zunehmender Reife der Zellen ihr Gehalt an Farbstoff zunimmt oder doch derselbe bleibt, so haben wir hier bei *Cardium* hinsichtlich der Keulenzellen eine in die Augen springende Ausnahme, welche sich nur noch mit der Quellung der farbigen Körner vergleichen lässt.

Die Structur des Fermentballens ist zunächst ähnlich wie bei *Pecten* und *Venus*. Dies gilt eigentlich aber nur für jüngere Zellen (Taf. 3. Fig. 8), die durch ihre stärkere gelblichgrüne Färbung auffallen. Sie keilen sich pflasterartig zwischen die grösseren Zellen ein, indem sie der Tubuswand mit breiter Basis aufsitzen.

Wie sich die jüngsten Zellen verhalten, war mir zu ermitteln leider nicht möglich. Die kleinsten, die ich zu sehen bekam, enthielten durchgängig

einen stark tingirten, compact geschichteten Ballen. Wie man in Fig. 8 verfolgen kann, findet nun beim weiteren Wachsthum der Zelle keine Zunahme an Farbstoff mehr statt. Dieser verschwindet vielmehr nach und nach oder er vertheilt sich so in dem grösser werdenden Ballen, dass er nur noch sehr blass aussieht. Zu gleicher Zeit verändert sich die Structur des letzteren, indem die erst deutliche Schichtung der einzelnen morphologisch gut charakterisirten Theilstücke stellenweise verschwindet und einer homogeneren, helleren Masse Platz macht (Taf. 3. Fig. 11). Man soll aber nicht glauben, dass etwa eine Auflösung oder Verdünnung des compacten Inhaltes durch eine Flüssigkeit stattfindet. Die Klumpen sind vielmehr nach wie vor von fester, spröder Substanz, denn sie zerbrechen bei Anwendung von Druck in Stücke, ohne zu zerfliessen.

An diesen Keulenzellen konnte eine Flimmerung nicht wahrgenommen werden. Ueberhaupt sind im Zupfpräparat intacte Zellen kaum zu Gesicht zu bekommen.

10) Montacuta bidentata Mont.

Kiel, im Juni.

Die braune Drüse enthält nur Körnerzellen. Die Körner sind normal braun, glänzend und glattrandig. — Granula sind nicht zu sehen.

11) Cyprina islandica L. (Lam.).

Kiel, untersucht im Juli.

Die Leber ist von kräftig brauner Farbe und enthält beide Zellarten. Das Secret der Keulenzellen ist wie bei *Pecten* und *Venus* geformt.

12) Venus gallina L.

(Abbildungen: Taf. 3. Fig. 9 und 12.)

Triest, untersucht im März.

Die Mitteldarmdrüse besteht hier aus mässig langen Tuben, die büschelförmig zusammensitzen (Taf. 3. Fig. 9). Ihre Farbe ist dunkelgrünbraun, ihr Umfang bedeutend.

Sie enthält beiderlei Epithelzellen, welche lebhaft bewegte Flimmerhaare besitzen, die weit in das Drüsenlumen hineinragen. Auch hier sitzen die keulenförmigen Zellen nach dem blinden Ende hin, schreiten aber so weit

nach dem Ausgange zu, dass man an den unverletzten Drüsenschläuchen kaum etwas von den spärlichen Körnerzellen wahrnimmt.

Die Körnerzellen ähneln denen von *Pecten* (vergl. Taf. 3. Fig. 5). Es kommt auch zur Klumpenbildung darin, weshalb die Unterscheidung von jüngeren Keulenzellen nicht leicht ist. Vergleicht man aber Zellen gleicher Grösse, so findet man, dass der Inhalt der Körnerzellen weniger stark tingirt ist. Meist sind auch die farbigen Körner vereinzelt gelagert und sind überhaupt spärlich in den Zellen.

Die Zellen enthalten meist auch eiweissartige Körperchen.

Die keulenförmigen Zellen überwiegen, wie schon gesagt, ganz bedeutend an Masse, Grösse, wie auch betreffs des Gehaltes an Farbstoff. Sieht man einen unverletzten Tubus, so bemerkt man, dass der Secretballen immer dem Lumen desselben zugewendet ist. Eingekeilt zwischen der Basis der reiferen Zellen gewahrt man jüngere, die an den kleineren Secretballen zu erkennen sind.

Der feinere Bau dieses Klumpens stimmt ganz mit dem bei anderen *Venus*-Arten und bei *Pecten* überein. Oft ist seine Färbung eine so kräftig braungrüne, dass die Structur dadurch theilweise verdeckt wird. Bemerkenswerth ist hier ferner, dass der Inhalt der reiferen Zellen nicht so wie bei *Cardium* verblasst und zerfällt; der Gehalt an Farbstoff nimmt vielmehr immer mehr zu. Es besteht in diesem Punkte also ein weiteres Analogon zu den farbigen Körnern, welche an manchen Orten bei zunehmender Reife intensiver gefärbt werden, an anderen Orten aber quellen und verblassen. Bei beiderlei Zellarten scheint also zur Reife des Secretes immer nur eine gewisse Portion von Farbstoffen erforderlich zu sein, welche, wenn das Maass erreicht ist, wohl noch zunehmen kann, aber nicht unbedingt muss. Bei der Verschiedenheit der uns hier begegnenden Farbstoffe und bei ihrer so wechselnden Intensität muss es uns aber sehr fraglich erscheinen, dass und ob dieselben irgend eine Bedeutung bei der verdauenden Wirkung des Secretes besitzen. Wir kommen später auf diese wichtige Frage noch einmal ausführlicher zu sprechen.

Der übrige noch freie Theil der Secretblase der Keulenzellen wird von ungefärbten grossen Eiweisskörperchen ausgefüllt, was besonders bei jüngeren Zellen klar wird (Taf. 3. Fig. 12). Sie runden sich beim Freiwerden sofort zur Kugel ab, während die reiferen Zellen zumeist platzen.

Dort sieht man den noch kleinen Fermentklumpen an der einen Seite der Peripherie liegend, an der anderen Seite die Eiweisskörperchen.

13) Venus verrucosa L.

(Abbildungen: Taf. 3. Fig. 2, 4 und 13.)

Triest, Herbst und Frühjahr.

Es ist mir kein einziges Mollusk begegnet, wo die sichere Unterscheidung der beiden Epithelzellarten eine so schwierige wäre, wie bei dieser *Venus*. Erst der Vergleich der Epithelien einer ganzen Reihe von Exemplaren liess mich zu dem sicheren Schlusse kommen, dass auch hier wirklich zwei verschiedene Zellarten existiren. Die Uebereinstimmung zwischen beiden kann eine ganz ausserordentliche sein. Sowohl die Fermentklumpen wie auch die Körner sind von fast genau derselben Färbung und Intensität. Ferner giebt es Exemplare, wo die Körner sich zu einem Haufen zusammenschliessen, der in Grösse und Configuration ganz mit dem Fermentklumpen der anderen Zellen stimmt, zumal die einzelnen Körner wie die Partikelchen des letzteren auch hinsichtlich ihrer Grösse, ihres Durchmessers nahezu identisch sind.

Meine Exemplare, im October und November einerseits und im März andererseits untersucht, liessen unter sich besondere Unterschiede im Epithel nicht erkennen. Zu beiden Zeiten fand ich die Leber gross, von kräftig grünbrauner Farbe.

Die Körnerzellen sind auch hier spärlicher als die anderen Zellen. Am besten erkennt man sie, wenn sie noch jung sind (Taf. 3. Fig. 13). Dann platzen sie nicht so leicht, sondern runden sich zur Kugel ab. In Fig. 13 sehen wir eine solche Zelle, deren Durchmesser etwa 20 μ ist. Sie enthält kleine gelbgrüne Körner, die in dem fast homogenen Plasma zerstreut liegen. Von Granulis ist darin nichts zu sehen. Dazwischen finden sich einige viel grössere farblose Eiweissklümpchen. Am auffälligsten in diesen Zellen ist jedoch der Kern, welcher von ganz bedeutender Grösse ist und ein sehr klar hervortretendes Netzwerk enthält. Es bestätigt sich hier die noch später zu besprechende Beobachtung, dass der Kern in den jungen Zellen zuerst eine ganz colossale Grösse erreicht, um nachher mehr und mehr zu schwinden.

Noch jüngere Zellen kann man auffinden, die noch keine Secretmassen enthalten, sondern bloss nicht weiter differenzirtes Plasma, einen riesigen Kern

und einige Eiweisskörperchen. Diese können aber auch schon in solcher Menge vorhanden sein, dass sie den freien Raum der Zelle ganz ausfüllen. Welcher Art nun diese Zellen sind, ob zukünftige Keulen- oder Körnerzellen, ist kaum sicher zu sagen. Vergleichen wir aber reifere Zellen mit einander, so finden wir in den Keulenzellen mehr solcher Eiweissballen, weshalb also die so beschaffenen jüngeren sehr vermuthlich zukünftige Keulenzellen sein werden. — Fettkügelchen enthalten derartige junge Zellen noch nicht und auch in reiferen sind sie oft nur spärlich.

Geht man nun weiter, so findet man gleichfalls noch jugendliche Zellen, wo schon ein Secretbestandtheil auftritt, ähnlich wie in Taf. 3. Fig. 12 bei *Venus gallina*. Da aber, wie wir sogleich sehen werden, die Körner ebenfalls Haufen bilden können, so ist auch hier eine sichere Unterscheidung oft gar nicht möglich.

Die reifen Körnerzellen in ihrer einfachsten und normalsten Form sind nicht zu verkennen; doch sind sie recht vereinzelt. Sie umschliessen stets nur eine geringe Anzahl von Körnern, deren Färbung mit derjenigen der Fermentklumpen in den Keulenzellen übereinstimmt. Ferner besitzen sie zahlreiche kleinere gleichmässig grosse Fettkugeln.

Zuweilen fand ich nun, wie schon erwähnt, Individuen, wo der Inhalt der Körnerzellen ebenfalls zu einem Klumpen geballt war. Da gleichzeitig auch Klumpen aus Fermentzellen vorhanden waren, so gelang es doch, einige feinere Unterschiede zwischen beiden herauszufinden. Erstens waren nämlich die Körner meist noch als selbstständige Gebilde von einem vollkommen kreisförmigen Umrisse zu erkennen. Ferner war, wenigstens bei einem Individuum, ihre Färbung eine kräftigere, als die des Fermentklumpens. Drittens sehen die Körner immer compact aus, während die Theilstücke des anderen Klumpens nur aus einer gefärbten Mantelschicht zu bestehen scheinen, wie wir dies schon bei *Pecten* wahrgenommen hatten.

In demselben Individuum kamen übrigens gleichzeitig auch Zellen mit getrennt liegenden und Zellen mit gequollenen Körnern vor, das Letztere jedoch nur vereinzelt. — Eine Wimperung war hier niemals wahrzunehmen.

Viel mehr in die Augen fallend sind bei dieser *Venus* die keulenförmigen Fermentzellen. — Taf. 3. Fig. 4 zeigt eine jüngere Zelle, welche ihre ursprüngliche Gestalt noch annähernd beibehalten hat. Man erkennt hier

ganz gut die Structur des noch kleinen Fermentballens, welcher ganz wie bei *Pecten* beschaffen ist. Nur ist die Färbung eine mehr diffuse, weshalb grössere Klumpen ein ziemlich verwaschenes und undeutliches Aussehen haben (Taf. 3. Fig. 2).

Der grösste Theil einer jüngeren Zelle wird von den ziemlich grossen farblosen Eiweissklümpchen erfüllt. Im Basaltheile treffen wir wieder den riesigen Kern, dessen Netzwerk überaus deutlich erscheint. Er ist von einem feinkörnigen spärlichen Plasma umgeben (Taf. 3. Fig. 4). In reiferen Zellen fand ich meist viel weniger solcher Eiweissklümpchen, dagegen zahlreiche kleine Fettkügelchen, die dicht gedrängt lagen. Man sieht dies an einem gewöhnlichen Präparate aber seltener, da derartige Zellen leicht zu Grunde gehen.

Eigenthümlich ist, dass auch diese Keulenzellen keine Wimperung erkennen lassen.

Von mehreren Individuen wurde nun noch der Koth auf seine Bestandtheile geprüft. Bei einem waren gar keine Körner darin zu finden, dagegen einige wenige verblasste Fermentklumpen. Bei einem anderen Exemplare, das einige Zeit gehungert hatte, fanden sich mehrere solcher Klumpen, die etwas weniger verblasst waren, und ebenfalls keine Körner vor. Wollte man hiernach also einen Schluss auf die excretorische Thätigkeit der Mitteldarmdrüse ziehen, so müsste man unbedingt die keulenförmigen Fermentzellen für die „Leberzellen", die Körnerzellen aber für die Fermentzellen ansehen, welche im Darmtractus verbraucht werden.

Das Verblassen des Fermentklumpens im Darme und seine immerhin nicht häufige Anwesenheit darin deuten aber darauf hin, dass auch er zumeist im Darme zu Grunde geht. Im Hungerzustande jedoch wird wenig oder gar kein Ferment verbraucht, weshalb es nicht Wunder nehmen kann, wenn man die Secrete unserer Drüse im Kothe wiederfindet. Fand ich doch, wie schon früher berichtet, den Koth hungernder Cephalopoden fast ausschliesslich aus dem Secrete der „Leber" zusammengesetzt.

Die Drüse von kurze Zeit hungernden Exemplaren der *Venus* liess einen Unterschied von normal gehaltenen oder frisch gefangenen Exemplaren nicht erkennen. Unter den Mollusken haben ausser den Pulmonaten die Lamellibranchien vielleicht das geringste Nahrungsbedürfniss und können lange ohne feste Nahrung existiren. Unter solchen Umständen mag wohl die gesammte

Lebensthätigkeit stark sinken, wobei die Production und Secretion der Mitteldarmdrüse ein Minimum wird. Es ist aber nicht unbedingt nothwendig, dass dabei auch histologische Veränderungen innerhalb ihres Epithels vor sich gehen.

14) Venus decussata L.

(Abbildung: Taf. 3. Fig. 6.)

Triest.

Diese *Venus* ist dadurch höchst merkwürdig, dass sie im Gegensatze zu ihren nächsten Verwandten in ihrem Drüsenepithel keine Körnerzellen mehr aufweist, sondern einzig und allein die keulenförmigen Zellen. Ich untersuchte Exemplare sowohl im November wie auch im März immer mit demselben Erfolge. Es ist dies das einzig sichere Beispiel des Fehlens der Körnerzellen, die sich ja sonst überall im ganzen Typus der Mollusken mit Ausnahme der schon abseits stehenden Octopoden nachweisen lassen. Das Verschwinden der Körnerzellen ist um so räthselhafter, als der sonstige Habitus der Mitteldarmdrüse dieser *Venus* ganz mit dem der nächstverwandten Arten übereinstimmt, wie auch im Besonderen die Keulenzellen hier ganz wie dort construirt sind. — In gewissem Sinne finden wir eine Kette von Uebergängen. Während nämlich im Allgemeinen bei den Mollusken die beiden Epithelbestandtheile ziemlich gleichmässig in der Drüse vertheilt und an Masse annähernd gleichwerthig sind, bemerkten wir schon bei *Cardium* unter Anderem das Ueberwiegen der Keulenzellen, die sich zugleich auch räumlich differenzirt haben. Nun ist noch ein Schritt weiter geschehen und diese Zellen herrschen allein.

Unsere Drüse besteht hier aus kurzen, dicken, fast eiförmigen Acinis, in deren breitem Lumen die langen Wimperhaare ihr Spiel treiben (Taf. 3. Fig. 6), was man am unverletzten Acinus recht gut sehen kann. Aussen ist jeder Acinus ebenfalls von einem niedrigen flachen Flimmerepithel bekleidet.

Die Fermentzellen erinnern ganz an die von *Venus verrucosa* (Taf. 3. Fig. 2), doch ist ihre Farbe eine lebhafter grüne. Die grossen Zellen drängen mit ihrem Inhalte dem Lumen zu. Von Körnerzellen war, wie schon erwähnt, in keinem Falle etwas wahrzunehmen, auch nicht an der offenen Basis des Acinus, wo sie bei den verwandten *Venus*-Species zu sitzen pflegen. Damit stimmt der Befund des Kothes überein. Dieser enthält nur unverkennbare

Reste von den Fermentklumpen her, welche etwas verblasst und hellgrün geworden, sowie vielfach zertrümmert sind. Gerade dadurch lässt sich ihre Structur sicherer erkennen und der bestimmte Nachweis führen, dass diese Gebilde nicht etwa Körnerhaufen sind. Liess ich ein Thier etwa acht Tage lang hungern, indem es in filtrirtem Seewasser gehalten wurde, so bestand der spärliche Koth fast nur noch aus den Resten der Keulenzellen, die also, wenn auch wohl spärlicher als sonst, weiter secerniren.

15) Petricola lithophaga Stol.

Stimmt fast ganz überein mit *Gastrochaena modiolina* (siehe diese).

16) Tellina baltica L.

Kiel, im Juni.

Die Drüse ist von kräftiger, brauner Farbe. Die Keulenzellen ähneln denen von *Cardium edule* (vergl. Taf. 3. Fig. 8); ihr Inhalt ist ziemlich blass.

Der Inhalt der Körnerzellen ist etwas stärker gefärbt. Die Körner sind wenig zahlreich, aber gross. Ausserdem bemerken wir zahlreiche kleine Fettkügelchen, welche in abgerundeten frei gewordenen Zellen an der einen Seite des Randes liegen.

17) Scrobicularia piperata Gm. (Ad.).

Von dieser bei Triest nicht seltenen Muschel konnte ich eine Anzahl von Exemplaren untersuchen, und zwar wieder sowohl im November wie auch im März und April.

Die Drüse ist gross, kräftig grünlichbraun gefärbt. Die Drüsenschläuche sind durch Bindegewebsfasern untereinander verbunden und lassen sich schwer von einander trennen.

Während ich im November nur vereinzelte und unsichere Keulenzellen auffinden konnte, gelang mir dies leicht im März. Die Zellen sind grösser als die Körnerzellen und liegen auch hier dem blinden Ende des Tubus zu.

Die Körnerzellen enthalten ähnlich wie bei *Venus verrucosa* braungrüne Körner, worin sich keine Granula unterscheiden lassen. Im März fand ich auch Zellen mit gequollenen Körnern, welche fast so lebhaft wie Fettkügelchen glänzten. Sie füllten den Zellleib dicht an.

Der Koth, welcher in kleinen würfeligen Stücken abgegeben wird, enthält nur wenig Körner, was auch im Hungerzustande der Fall ist.

Die keulenförmigen Fermentzellen zeigen hinsichtlich ihrer Structur Aehnlichkeit mit dem Schema, das wir bei *Pecten* gefunden haben. Doch sind die Klumpen wie bei *Cardium* und *Tellina* meist blasser gefärbt und in den reiferen Zellen grösstentheils zertrümmert oder halbgelöst, wie wir dies schon bei *Cardium* sahen. Der übrige Theil der Zelle ist mit kleineren Fettkügelchen dicht ausgefüllt.

Eine Wimperung liess sich nicht erkennen.

18) Solen ensis L.

In Uebereinstimmung mit früheren Befunden waren hier nur Körnerzellen zu bemerken.

19) Mya arenaria L.

Es wurden einige Exemplare davon in Kiel während des Juni untersucht.

Die Leber ist gross, von hellerer gelbbrauner Farbe, wie auch die übrigen Gewebe des Thieres hellfarbig sind. Sie ist aus kurzen, fast kugeligen, am blinden Ende freien Acinis zusammengesetzt, die büschelweise zu Gruppen vereinigt sind, wie bei *Venus gallina* (Taf. 3. Fig. 9). Die Zellen bieten nichts Besonderes; sie sind bewimpert.

20) Corbula gibba Oliv.

Untersucht im Sommer in Kiel.

Die Drüse ist dunkelbraun und besteht aus kurzen Tuben.

Es sind mit Sicherheit nur Körnerzellen zu sehen. Sie enthalten dunkelbraune, lebhaft gefärbte Körner, in denen der Farbstoff netzartig vertheilt ist. Sie sind glatt und glänzend. Das Vorhandensein von Granulis kann nicht sicher behauptet werden; man sieht wohl kleinere dunkle Punkte im Korne, doch können dies auch Pigmentanhäufungen sein.

Der übrige Zellinhalt besteht aus vacuolenartigen Gebilden, welche schwächer als Eiweissklümpchen glänzen.

Unzweifelhafte Keulenzellen fehlen bestimmt. Es tritt aber eine eigenthümliche Erscheinung zu Tage. Zwischen den Körnerzellen erkennt man nämlich lange fadenförmige Gebilde, die mit sehr kleinen, stark glänzenden

bräunlich gelben Körnchen dicht erfüllt sind. Es sind dies weder Fett- noch Kalkzellen. Sie machen aber auch nicht den Eindruck von Secretzellen und ich kenne nirgendwo Fermentzellen, mit denen sie irgend welche Aehnlichkeit hätten. Dagegen erinnern sie lebhaft an Befunde, die Leydig bei *Cyclas cornea* gemacht hat (vergl. Theil 1, p. 105). Dieser Autor fasste diese Gebilde als Intercellulargänge auf. Sollte nicht die einfachste Lösung die sein, dass wir es hier mit Bindegewebselementen zu thun haben, welche sich zwischen die Epithelzellen einschieben?

21) Gastrochaena modiolina Lam.

Die Mitteldarmdrüse führt hier beiderlei Epithelzellarten, die Aehnlichkeit mit denen von *Pecten* haben. Die zahlreicheren von beiden sind die Keulenzellen, allerdings mit ziemlich kleinen Fermentklumpen.

Ueberblicken wir die hier genannten Siphoniden, so treffen wir also beide Zellarten an: bei *Cardium edule, Cyprina islandica, Venus gallina, Venus verrucosa, Petricola lithophaga, Tellina baltica, Scrobicularia piperata, Mya arenaria* und *Gastrochaena modiolina.* Nichts als Körnerzellen hat *Montacuta bidentata* und *Solen ensis,* und nichts als Keulenzellen: *Venus decussata.*

In Betreff der Anordnung der Epithelzellen herrschen grosse Aehnlichkeiten, denn zumeist liegen die grösseren Keulenzellen am blinden Ende des gewöhnlich deutlich differenzirten Acinus. Bei allen ist der Typus des Fermentklumpens der gleiche und stimmt mit dem der Asiphoniden so überein, dass man ihn überhaupt als für die Lamellibranchiaten charakteristisch bezeichnen darf. Bei allen anderen Mollusken findet sich diese so eigenthümliche und scharf markirte Construction des Klumpens nicht wieder. Auch seine bräunlichgrünliche Färbung ist eine ganz charakteristische für die Lamellibranchiaten.

Aehnliches lässt sich von den Körnerzellen sagen, die auch unter sich in der Reihe der Siphoniden weitgehende Uebereinstimmungen aufweisen und zu denen der Asiphoniden hinüberleiten.

Wir sind gewöhnt, die letzteren Muscheln als die niedriger stehenden zu betrachten, und dies Urtheil kann sich in der That auch auf die Mitteldarmdrüse ausdehnen, denn bei den Siphoniden ist ein gewisser Fortschritt nicht zu erkennen, wenn wir eine weitergehende Differenzirung als einen

solchen bezeichnen dürfen. Schon erwähnt haben wir, dass bei den Asiphoniden die einfachsten Formen des Drüsenepithels anzutreffen sind. Dort sind die Keulenzellen noch weniger allgemein, bei den Siphoniden dagegen viel allgemeiner anzutreffen. Ferner sind bei den letzteren die Eiweisskörperchen constanter im Auftreten und an Masse hervorragend.

III. Klasse: Gastropoda.

1. Ordnung: Prosobranchiata.

Placophora.

22) Chiton siculus Gray.

Bei diesem für uns so interessanten Mollusk konnte ich meine früher in Neapel gemachten Befunde wieder bestätigen.

Sicher ist, dass nur eine einzige Fermentzellart vorhanden ist.

In den Körnerzellen konnte ich nicht ein einziges Mal eine Quellung der Körner auffinden, wie das doch früher der Fall war. Dahingegen sah ich öfters sechs bis acht Körner zu einem Klumpen zusammengebackt. — Meist enthalten die Zellen nur wenige braune Körner, daneben aber zahlreiche farblose Eiweissklümpchen. Die Granula sind in den Körnern gut zu erkennen.

Unzweifelhafte Kalkzellen fand ich (im September) nicht, dagegen eigenthümliche Zellen, die einen ziemlich stark granulirten Inhalt plasmatischen Charakters aufwiesen, wie dies sonst bei Kalkzellen der Fall ist. Wie ich daher vermuthe, sind dies Kalkzellen, deren Inhalt entweder nicht zur Entwickelung gekommen oder wieder resorbirt worden ist.

23) Chiton cajetanus Poli.

(Abbildung: Taf. 3. Fig. 23.)

Dieser *Chiton* unterscheidet sich nicht unwesentlich von dem obigen, doch bleibt fraglich, ob die nachfolgenden Befunde überall zutreffen. Mir standen leider nur sehr wenige Exemplare zur Verfügung.

Die Körner sind hier nämlich zu Klumpen zusammengeballt, ähnlich wie wir dies bei *Patella coerulea* noch sehen werden. Es findet sich einer oder auch zwei derartige Klumpen in jeder Zelle. Die Farbe desselben ist

eine mehr gelbbraune (Taf. 3. Fig. 23), blassere als bei *Chiton siculus*. Der Durchmesser solcher Zelle ist etwa = 30 μ. Ihr grösster Theil wird von zahlreichen unter sich gleich grossen farblosen, glänzend opaken Eiweissklümpchen eingenommen.

Keulenzellen fehlen auch hier.

Cyclobranchia.

24) Patella coerulea L.

(Abbildungen: Taf. 1. Fig. 1, 2 und 3.)

Eine ganz besondere Aufmerksamkeit hatte ich auf *Patella* zu richten. Meine Befunde von früher waren noch durchaus unklar, namentlich in Betreff des Secretes der Körnerzellen.

Thatsächlich ist nur eine einzige Zellart vorhanden.

Es ist mir nun gelungen, über den Inhalt dieser Zellen zu ermitteln, dass der darin enthaltene Klumpen aus einem Conglomerat von zahlreichen Körnern besteht.

In den meisten Fällen umschliesst die Zelle nämlich einen dunkelbraun gefärbten Klumpen, während von den einzelnen Körnern nicht mehr viel zu sehen ist. Findet man aber jüngere Zellen und betrachtet man diese mit starken Systemen, z. B. mit Seibert Oelimmersion $\frac{1}{16}$, so kann man die Zusammensetzung des Klumpens deutlich erkennen (Taf. 1. Fig. 2). Die Körner sind eng aneinander gelagert, ohne dabei aber irgendwie ihre Gestalt und Form zu verändern. Jedes einzelne Korn ist nämlich im optischen Querschnitte fast genau kreisrund. Es stellt eine farblose Stromakugel dar, in der sich eine Art schwammigen Maschenwerkes von brauner Substanz vertheilt findet. Die früher nicht sicher gefundenen wenig zahlreichen Granula sind gerade gross genug, um als Kügelchen zu imponiren. Sie sind fast ausschliesslich innen der Mantelfläche des Kornes angelagert, wie wir das ja auch wo anders constatiren.

Im Ganzen genommen besitzen solche Körner eigentlich wenig Farbstoff. Ihr massenhaftes Zusammenhäufen bewirkt aber das dunkle Aussehen des ganzen Klumpens (Taf. 1. Fig. 3). Die Grösse des einzelnen Kornes ist etwa $\alpha = 2$ bis 2,5 μ, also sehr gering; der Durchmesser der schnell kugelig werdenden Zelle = ca. 20 μ.

Ich fand niemals mehr als einen einzigen Körnerhaufen in jeder Zelle. Bei einigen Thieren traten aber regelmässig daneben noch einzeln liegende Körner auf (Taf. 1. Fig. 1).

Ueber das Entstehen und Wachsthum eines solchen Klumpens kann man daher wohl annehmen, dass die in den Zellen sich bildenden Körner sich frühzeitig aneinander lagern und zusammenkleben, wobei zuweilen einige davon frei bleiben können. Ein Wachsthum des Körnerhaufens von innen heraus aber ist wohl kaum zu behaupten.

Es sei noch bemerkt, dass mir niemals Zellen begegneten, deren Inhalt aus freien Körnern ausschliesslich bestanden hätte. Die Neigung der Körner zum Zusammenkleben muss also eine sehr grosse sein.

Der sonstige Inhalt der Zellen besteht aus einer Anzahl von Eiweissklümpchen, die hier — auch dies ist merkwürdig — eine schwach gelbliche Färbung besitzen (Taf. 1. Fig. 1). Ihre Grösse übertrifft die der Körner.

Ferner bemerkt man noch kleine Fettpartikelchen in der Zelle, während vom Plasma wenig zu sehen ist.

Von den Keulenzellen einerseits und den Kalkzellen andererseits findet sich auch bei *Patella* keine Spur, wie wir dies schon früher ausgesprochen hatten (vergl. Theil 1, p. 261).

Aspidobranchia.

25) Fissurella costaria Defr.

(Abbildungen: Taf. 1. Fig. 29 bis 32; Taf. 2. Fig. 33 bis 47 incl. und Fig. 62; Taf. 4. Fig. 42 bis 50 incl.)

Was den Bau der Mitteldarmdrüse anbetrifft, so ist diese *Fissurella* eines der interessantesten Objecte, die uns unter den Mollusken begegnen. Die Complication im Bau der Epithelzellen, sowohl der Körner- wie der Keulenzellen, ist so gross, dass wir wohl nur noch *Doris tuberculata* mit der *Fissurella* auf die gleiche Stufe stellen können. Jedenfalls nimmt diese unter allen Prosobranchien die höchste Stelle ein.

Wir werden daher genauer auf diese Verhältnisse einzugehen haben, und da fast jedes Individuum, das ich untersuchte, ein ganz anderes Bild und oft ganz neue Erscheinungen darbot, so sollen hier der Reihe nach einige der am meisten charakteristischen Formen herausgeholt und besprochen werden.

Allgemein kann Folgendes festgesetzt werden.

Die Drüse ist meist lebhaft rostbraun gefärbt, oft dunkelbraun, aber immer kräftig tingirt und von bedeutendem Umfange. Auch andere Organe zeigen bei der *Fissurella* lebhaft gefärbte Gewebselemente, wie es ja unter den Mollusken oft vorkommt, dass eine starke Tinction der Leber darin mit den übrigen Organen übereinstimmt.[1]) Dies gilt namentlich von der Niere, welche z. B. bei *Fissurella* einen grünbraunen Inhalt mit kräftigen Farbstoffen führt. Auch in den Geschlechtsdrüsen treffen wir hier Zellen mit hellglänzendem orangegelben Inhalte in kugeliger Form, wie Fett erscheinend.

Das erste hier zu erwähnende Individuum ist vom September (Taf. 2. Fig. 34, 35 und 44). Die Farbe der Drüse ist lebhaft rostbraun.

Hier treten beide Epithelzellen in grösster Deutlichkeit auf. Den eigenthümlichen Bau des Epithels, der ein ausserordentlich prächtiges Farbenbild liefert, habe ich versucht, in Taf. 2. Fig. 44 darzustellen. In das Drüsenlumen hinein ragen die fingerförmigen oder zottigen Aussackungen des Epithels. Die Drüse hat hier also einen ganz anderen Bau als bei den Lamellibranchien, wo sie durchgängig tubulös oder acinös ist. Hier stellt sie eine compacte Masse vor, wie bei den meisten anderen Mollusken auch, deren Hohlräume mit dem secernirenden Epithel ausgekleidet sind. An manchen Orten ist dies nun nicht glatt, sondern stark gewulstet.

Alle Zellen, die wir in diesen Zotten sehen, gehören zum Typus des Cylinderepithels und liegen, ohne durch Zwischenräume und andere Gewebselemente getrennt zu sein, dicht gedrängt nebeneinander. In ihrer Lagerung wechseln die beiderlei Zellen unter sich im Allgemeinen ab. Ihre Grössendimensionen sind ungefähr dieselben; doch finden sich in der Regel etwas mehr Körnerzellen vor. Im optischen Schnitte sieht man — bei der Masse der Zellen und der Dicke der Zotten ist es schwer, davon ein gutes Bild zu gewinnen —, dass die Zellen mit den spitzeren Basaltheilen ihrem Substrate aufsitzen und dass sich zwischen sie kleinere jüngere Zellen oder die Basaltheile anderer Zellen einkeilen. Stellt man das Mikroskop höher ein, so sieht man in der Mitte der Zotte einen scheinbar wirren Haufen ebensolcher Zellen, die also nach allen Seiten hin gleichmässig ausstrahlen. Von oben betrachtet, erscheinen sie mehr oder weniger kreisförmig oder un-

[1]) Vergl. *Ostrea*, wo das Gegentheil der Fall ist.

regelmässig eckig, je nachdem sie zusammengedrängt und ineinander geschoben liegen.

Ganz besonders interessant ist die Flimmerbehaarung, die man an freigewordenen Zellen selten noch wahrnimmt, weshalb ich sie früher nicht gesehen hatte. An den unverletzten Zotten ist sie jedoch sehr schön zu erkennen. Die Härchen sind ausserordentlich fein und sehr lang, etwa drei Viertel so lang wie der ganze Zellleib. Eine besondere Differenzirung vermochte ich an ihnen nicht wahrzunehmen. Auch ein doppelt conturirt oder punktirt erscheinender Zelldeckel ist kaum mit Sicherheit zu constatiren (Taf. 2. Fig. 44).

Die Flimmerbewegung ist eine recht lebhafte.

Gehen wir nun zum Inhalte der Zellen selbst über. — Bei dem ersten Individuum enthalten die Körnerzellen grosse rothbräunliche Körner von ziemlich blasser und sparsamer Färbung. Ihre Anzahl in jeder Zelle ist eine auffallend geringe, nämlich nur von einem, zwei oder allenfalls drei Stück. Ihr Durchmesser ist ca. 5 μ; die Form ist eine isodiametrische, eckig runzelige. Das Aussehen deutet aber darauf hin, dass hier ein Mittelstadium der Quellung vorliegt. Auch ist die Consistenz keine hartfeste mehr; sie ist vielmehr halbweich, so dass sich die Körner durch Druck etwas platt quetschen lassen, ohne elastisch genug zu sein, ihren früheren Standpunkt wieder einzunehmen.

Der Inhalt der Körner besteht zunächst aus spärlichen kleinen, aber deutlich zu erkennenden Granulis von kugeliger Form. Auch sind sie wie immer starkglänzend und von kräftiger brauner Farbe. Ausserdem finden sich in den Körnern noch merkwürdigerweise lange, farblose Krystallstäbe, zuweilen nur spärlich (Taf. 2. Fig. 34), zuweilen in bedeutender Menge (Taf. 2. Fig. 35). Wir werden später noch an anderen Orten sehen, dass bei Gegenwart solcher Krystalle die Farbe der Körner meist eine helle ist. Ferner fällt uns auf, dass Granula und Krystalle sich gegenseitig ergänzen; wo erstere zahlreich, sind letztere spärlich und umgekehrt.

Bei der geringen Anzahl dieser Körner überwiegt der sonstige Zellinhalt an Masse. Er besteht hauptsächlich aus zahlreichen farblosen Eiweissklümpchen von opakem Aussehen. Die Fettkügelchen, die sehr klein sind, treten hier mehr zurück.

Ein zweites Individuum, wenige Tage später untersucht, bot folgende Verhältnisse dar (Taf. 2. Fig. 47).

Die Körnerzellen enthalten braune Körner und eine grössere Anzahl farbloser, etwas glänzender, aber trübe aussehender Kugeln, welche eigentlich nicht an die Eiweissklümpchen erinnern, wie sie gewöhnlich auftreten. Hier fehlen diese gänzlich. Der Unterschied zwischen den beiden Gebilden besteht erstens in der Form, denn diese neuen Körper sind genau kugelig und glatt. Ferner sind sie halbdurchsichtig und bestehen aus einer homogeneren Masse. Dann lassen sie eine ganz schwache Tinction von unbestimmter grauer Farbe erkennen, was bei den Eiweisskörperchen sonst nicht der Fall ist.

Man kann zahlreiche blasenartige Klumpen solcher Kugeln sehen, die freigeworden umherschwimmen. Ihr Durchmesser ist etwa 12 μ, und es ist wahrscheinlich, dass sie der Hauptbestandtheil junger, sich entwickelnder Körnerzellen sind, die noch keine Körner producirt haben.

Ein drittes Individuum, am selben Tage untersucht, bot ganz neue und überraschende Thatsachen dar (Taf. 2. Fig. 37, 38, 45, 46).

Wir sahen schon bei dem vorigen Individuum die Eiweisskörperchen in einer ganz ungewohnten Gestalt auftreten. Hier bei diesem Individuum fällt uns noch mehr der intensiv rothviolett gefärbte Inhalt der Körnerzellen auf. Es sind dies gleichfalls Kugeln, die wir als Eiweissklümpchen oder deren Ersatz ansehen müssen. Auch sie sind wie oben genau kugelig, meist von übereinstimmender Grösse, einige von ihnen aber auch kleiner, als wenn sie im Entstehen begriffen wären. Ein bestimmtes Maximalmaass, das die meisten bald erreichen, wird nicht überschritten. Sie sind gleichmässig diffus tingirt, ziemlich glänzend, dabei etwas trübe, opak, kurz ganz ähnlich den Gebilden, die wir früher bei *Doris tuberculata* gefunden hatten. Ein Zusammenfliessen oder sonst welche sichtbare Veränderung findet nicht statt.

Oft sieht man kugelige Blasen unter dem Mikroskope, die aus weiter nichts wie aus solchen violetten Kügelchen zu bestehen scheinen (Taf. 2. Fig. 37). Wie ich vermuthe, sind es Secretballen von noch jungen Zellen, die sich zur Kugel gerundet haben. Dafür spricht, dass man ebenso grosse oder meist etwas grössere Kugeln umherschwimmen sieht, in welchen ausser den violetten Kugeln noch einige wenige Körner liegen. Dies wäre also ein etwas reiferes Stadium. Es liegt aber noch die Möglichkeit vor, dass die nur violetten Inhalt besitzenden Kugelballen sich von dem oberen Theile schon reiferer Zellen abgeschnürt haben. Doch ist dies aus zwei Gründen nicht wahr-

scheinlich. Erstens müsste man dann noch die andere übriggebliebene Hälfte der Zellen sehen, die also nur braune Körner und keine Kugeln enthalten dürfte. Solch ein Bild stellte sich aber niemals dar. Zweitens wäre eine derartige Zertheilung der Zellen sehr fremdartig, wie sie mir auch an keinem anderen Orte begegnet ist. Drittens lässt sich noch öfters beobachten, dass das zuerst entwickelte Product der Körnerzellen in den Eiweisskörperchen besteht.

Man kann daher auch hier behaupten, dass die Körnerzellen sich derartig bilden, dass zunächst die violetten Eiweisskugeln producirt werden. Erst wenn diese eine gewisse Zahl erreicht haben, bilden sich unter ihnen im basalen Theile der Zelle die ersten Körner.

Ein solches Entwickelungsstadium sehen wir in Taf. 2. Fig. 38. Diese Zelle ist kaum viel grösser als die zuerst beschriebene (Fig. 37). Sie enthält neben zahlreicheren Eiweisskugeln schon zwei braune Körner, welche in diesem Falle bereits grösser als die Eiweisskügelchen sind. Es lässt sich übrigens hier nicht sicher unterscheiden, ob die blasenartigen Gebilde nur den Secretballen der Zelle oder diese selbst repräsentiren. Später werden wir aber unzweifelhaft vollständige Zellen zu Gesicht bekommen.

In jeder einzelnen dieser Blasen stimmt das Verhalten der violetten Kugeln unter sich völlig überein. Das Gleiche lässt sich auch in gewissem Sinne von der gesammten Drüse behaupten, mit der Einschränkung, dass jüngere Zellen einen etwas helleren Inhalt haben können.

Die beiden braunen Körner in der halbreifen Zelle Fig. 38 sind ziemlich hell und fleckig gefärbt, dabei von bedeutender Grösse. Gut erkennt man die Anordnung des braunen Farbstoffes, der das Stroma netzartig durchsetzt. Die wenig zahlreichen Granula sind kräftig braun und deutlich, etwa 10 bis 15 Stück in jedem Korn. Andere Bestandtheile, wie Krystallstäbe etc., enthält jedoch solch ein Korn nicht, so sorgfältig man auch die ganze Mitteldarmdrüse dieses Individuums untersucht. Seine Form ist annähernd kugelig und etwas runzelig; der Durchmesser etwa 4 μ, während derjenige einer blauen Kugel etwa 3 μ und der des ganzen Ballens etwa 14 μ ist. In Fig. 38 ist er nicht so dicht wie sonst ausgefüllt, weshalb man noch gut das homogene Plasma, sowie eine Anzahl kleiner farbloser Fettkügelchen erkennt.

Fig. 46 stellt zwei zusammenhängende, wahrscheinlich annähernd reife Zellen von demselben Thiere dar. Sie sind cylindrisch geformt, ihre Höhe

beträgt ca. 25 μ. Auffallend ist dabei, dass die Körner in ihrer Färbung von einander abweichen. Unter sich in derselben Zelle verglichen, sind sie zwar alle gleich, mit Ausnahme natürlich der jüngeren, die denselben Ton haben und nur heller gefärbt sind. Diejenigen der einen Zelle gleichen noch etwas denen der jüngeren, oben besprochenen Zelle (Taf. 2. Fig. 38). In der benachbarten Zelle jedoch haben sie eine ganz andere Farbe, und zwar nicht nur die reiferen, sondern auch die jüngeren Körner. Es geht daraus deutlich hervor, dass die gelbbraune Farbe der einen Körner nicht etwa ein jüngeres Vorstadium ist. Beide Zellen, die wir hier vor uns haben, sind vielmehr ziemlich gleichwerthig, und die im Fusse der Zelle liegenden jüngeren Körner enthalten sofort ihren specifischen Farbstoff, der sich von dem der reiferen Körner der anderen Zelle wesentlich unterscheidet.

Die Körner der einen Zelle besitzen einen kräftig sienabraunen Farbstoff, der nur etwas kräftiger als in Fig. 38 ist. In der anderen Zelle ist dieser Farbstoff mit einem grünbraunen dunkleren vermischt. Sonst stimmen die Körner in ihrem Bau und sonstigen Verhalten völlig überein. So enthalten sie gerade wie in der jüngeren Zelle Fig. 38 nicht sehr zahlreiche, aber deutliche und kräftig tingirte Granula, deren Farbe derjenigen des Kornes entspricht und nur kräftiger ist.

In Gestalt, Grösse etc. herrscht völlige Uebereinstimmung zwischen den einzelnen Zellen. Die Körner nehmen allemal den unteren Halbtheil der Zelle ein, und zwar so, dass die reifen nach oben, dem Drüsenlumen zugekehrt sind. Sie liegen eng gedrängt, und man kann ihrer etwa 20 Stück in der Zelle zählen. Die jüngeren Zellen finden sich in fast allen Uebergangsstadien. Unten im Basaltheil sieht man kleine blasse Kugeln ohne Granula etc.; weiter hinauf folgen einzelne etwas grössere mit einem oder zwei Granulis und lebhafteren Farben, und so geht es fort, bis wir oben die reifen Körner antreffen. Krystalle und andere Einschlüsse fehlen vollständig, wie auch keine eigentliche Quellung zu bemerken ist. Späterhin werden wir eine solche aber noch zu beobachten haben.

Von dem Kern ist in diesen nahezu natürlich erhaltenen Zellen nichts zu sehen, da er von den Secretmassen völlig verdeckt wird.

Die obere, oft sogar grössere Hälfte der Zelle wird von den äusserst lebhaft gefärbten violetten Kugeln eingenommen. Auch sie liegen eng

gedrängt, ohne sich jedoch durch Druck abzuplatten. Ihre Anzahl beträgt etwa 25 bis 30 Stück.

Diese Befunde lassen uns ein ungefähres Bild von der Entstehung des Secretes in diesen Zellen gewinnen.

Zuerst bilden sich die Eiweisskügelchen; wenn sie vollzählig oder nahezu vollzählig sind und ihre normale Grösse erreicht haben, folgen unter ihnen einige Körner, die beim weiteren Wachsthum von den neu sich bildenden nach oben in der gleichzeitig wachsenden Zelle geschoben werden, bis die Maximalzahl der Körner erreicht ist und diese alle ihre Normalgrösse erreicht haben.

Dass die von uns zuletzt geschilderten Zellen bereits völlig reife waren, vermögen wir nicht zu behaupten, da noch unausgebildete Körner zu sehen sind. Die in Fig. 45 abgebildete Zelle dürfte aber ohne Zweifel als eine reife anzusprechen sein. Sie ist zwar nur wenig grösser als die erst besprochenen, besitzt aber völlig ausgebildete Körner. Die violetten Kugeln stimmen ganz mit denen der anderen Zellen überein. Unter ihnen liegen auch hier die dunkel und sehr kräftig gefärbten grünbraunen Körner, alle von übereinstimmender Grösse und Aussehen. Sie sind noch kräftiger als in den anderen Zellen tingirt und etwas grösser als die violetten Kugeln. Die Granula sind wie bei den erstgenannten Zellen beschaffen, jedoch noch kräftiger tingirt.

Nahe dem Fussende zu erkennt man in diesen Zellen den Kern, welcher von einer grösseren Anzahl kleiner, lebhaft gelb gefärbter Kügelchen umlagert ist. Es scheinen dies Fetttröpfchen zu sein.

In allen Körnerzellen dieses Individuums fanden wir also lebhaft violett gefärbte Kugeln, die den Eiweisskörperchen gleichzusetzen sind, ferner intensiv hellbraun bis dunkelbraungrün gefärbte Körner mit mässig viel deutlichen Granulis, aber ohne Krystallstäbe und sonstige Einschlüsse. Was am meisten dabei auffallen muss, sind erstens die violetten Kugeln und zweitens die verschiedene Färbung der Körner, während wir sonst gewohnt sind, dieselben innerhalb einer Drüse übereinstimmend zu finden. Hier aber erstreckt sich die Uebereinstimmung nur auf die einzelne Zelle.

Ein viertes Individuum gelangte etwas später, nämlich Mitte October, zur Untersuchung (vergl. Taf. 1. Fig. 30—32; Taf. 2. Fig. 33, 39, 41 und 42).

Es zeigte wieder total andere Verhältnisse, weshalb wir genauer darauf eingehen.

Die Körnerzellen enthalten hier zunächst hellgefärbte, orangegelbe oder gummi-guttae-gelbe Körner (Taf. 1. Fig. 31 und 32). Sie sind annähernd isodiametrisch, mehr eckig als runzelig und enthalten eine Anzahl kleiner, diesmal lebhaft roth gefärbter Granula. Auffallend ist, dass die gleichmässiger durchgefärbten Körner die kleineren sind (Fig. 31), während die grösseren viele helle Flecken zeigen (Fig. 32). — Vermuthlich handelt es sich auch hier um eine Quellungserscheinung.

Die Eiweisskügelchen sind jetzt nicht, wie wir es oben gesehen, violett, sondern grau (Neutraltinte) gefärbt, bilden mithin eine gewisse Zwischenform zwischen den ganz farblosen und den violett tingirten. In Fig. 39 sehen wir den Secretballen einer jüngeren Zelle, welche dicht mit solchen fast grau erscheinenden Kügelchen erfüllt ist, die hier für nur ein einziges blasses Korn Platz machen. Nach seiner sehr beträchtlichen Grösse zu urtheilen, muss dies nicht nur schon ausgewachsen sein, sondern auch bereits eine gewisse Quellung erreicht haben. Es enthält nur einige wenige fast carminrothe Granula, die hier im Verhältniss zum Korn besonders klein erscheinen. Ausserdem findet man noch oft in derselben Drüse kugelrund gewordene Ballen, die nur die schwach gefärbten Eiweisskügelchen enthalten, wie wir dies ja schon bei dem vorher erwähnten Individuum von *Fissurella* besprochen hatten.

In den meisten der uns begegnenden Körnerzellen scheinen die Körner sich schon in Quellung zu befinden. Dies fällt sofort auf, wenn man sie mit den immer normal und gleich grossen Eiweisskügelchen vergleicht, in deren Grössenverhältnissen sich zwischen den verschiedenen von uns betrachteten Thieren keine Verschiedenheiten bemerkbar machten. Ebenso sind die Körner viel grösser als die gleichen Gebilde in der Drüse anderer Individuen, wie sofort beim Vergleich zweier Zellen erhellt (vergl. Taf. 2. Fig. 42 und 45). Der sicherste Beweis für die Quellung besteht aber darin, dass man auch in der vorliegenden Drüse, wenn zwar recht selten, echte, unverkennbar normale Körner zu sehen bekommt (Taf. 1. Fig. 30), die um Vieles kleiner sind und etwa dasselbe Volumen wie sonstwo haben. Ihre Form ist hier eine länglich ovale und dabei sind sie stark runzelig. Ihre Färbung ist eine ganz intensiv

braunrothe, weshalb man sie keinesfalls für noch kleine, unreife Körner halten darf. Die Granula darin stimmen mit denen der anderen Körner desselben Individuums völlig überein, sind also auch roth und kugelig, mässig zahlreich und mässig gross.

Ferner finden wir aber noch unverkennbar gequollene Körner, die, wie dies die Norm ist, völlig kugelig geworden sind (Taf. 2. Fig. 33). Ihre Farbe ist dabei eine noch blassere, hier schwach rosenrothe geworden.

Wir sehen mithin, dass Fig. 30 ein normales, Fig. 31 ein in Quellung begriffenes, Fig. 32 ein weiter darin fortgeschrittenes und Fig. 33 ein ganz gequollenes Korn darstellt.

Nun aber tritt hier wieder der Fall ein, dass sich die Körner von Anfang an schon in Quellung befinden können. Sie passiren also nicht den gewöhnlichen uns schon bekannt gewordenen Weg, wobei sie zuerst ihren normalen Zustand erreichen und dann quellen, sondern sie quellen schon von Anfang an. Dies sieht man am besten in Taf. 2. Fig. 42. Es stellt das eine reifere, noch wenig veränderte und gut erhaltene Zelle dar. Auch hier liegen die Eiweisskügelchen nach oben, die Körner nach unten, aber so, dass sie an Grösse und Gesammtvolumen ganz bedeutend überwiegen, während wir sonst immer ein gewisses Gleichgewicht zwischen beiderlei Zellinhaltsbestandtheilen bemerkt hatten.

Wie gewöhnlich, so liegen auch hier an der Basis die jüngsten Körner. Sie sind gegen die erwachsenen zwar sehr klein, aber doch schon bald so gross, wie sonst in anderen Drüsen die reifen, stark gefärbten Körner (vergl. Fig. 42 und 45). Das jüngste Korn ist wie sonst ganz blass und ohne Granula. In den nächstgrösseren und schon etwas stärker gefärbten erkennt man bereits ein bis zwei Granula und so fort. Je höher man in der Zelle geht, um so reifere Körner trifft man an, die trotz der Quellung immer etwas stärker pigmentirt sind und noch mehr rothe Granula enthalten. Die reifsten Körner sind aber relativ immer heller und fleckiger und lange nicht so runzelig wie eins von den normalen. Während letztere nur etwa 4 μ im Diameter haben, so erreichen die gequollenen einen solchen von 12 μ und mehr.

Bemerkenswerth ist, dass in diesen Individuen an keiner Stelle unserer Drüse andere Körner als die beschriebenen, z. B. keine mit Krystallstäben etc., gefunden werden. Ebenso heben wir noch hervor, dass die meisten Zellen

grosse Quellungskörner enthalten, aber keine anderen normalen daneben. Diese halten sich vielmehr unvermischt in anderen selteneren Zellen. Davon abgesehen, finden wir aber wieder das Gesetz bestätigt, wonach in jedem Individuum nur ein Typusbestandtheil vorhanden ist.

Nun tritt hier aber noch eine andere Erscheinung auf, die uns bei *Fissurella* bis jetzt nicht begegnet war.

In der Drüse unseres Thieres begegnen wir nämlich öfters unzweifelhaften Körnerzellen, welche Kalkkörper in sich beherbergen, gerade wie wir dies bei der nahestehenden *Haliotis* schon früher gesehen hatten (vergl. Theil I, Taf. 1. Fig. 14). Oft enthält die Zelle nur einen, wie es bei *Haliotis* der Fall ist, oft aber auch mehrere, nämlich 2 bis 3 (Taf. 2. Fig. 41), zuweilen sogar auch vier Kalkkörper. In ihrem Aussehen erinnern sie ganz an die von *Haliotis*. Wie diese lösen sie sich schnell in Mineralsäuren, dagegen nicht in Alkalien, Alkohol etc. Sie unterscheiden sich sofort von den sie begleitenden Eiweisskügelchen dadurch, dass sie viel stärker glänzen, rein weiss sind und oft eine deutliche, der Peripherie gleichlaufende Schichtung zeigen. Theils sind sie kugelig, theils semmel- oder bisquitförmig.

In Fig. 41 begegnen wir einer solchen Zelle, und da sie noch nicht sehr gross ist und nur drei braune Körner enthält, so können wir sie für eine jüngere Zelle ansehen. Sonst ist sie mit nahezu farblosen Eiweisskügelchen und sehr kleinen Fetttröpfchen ausgefüllt.

Derartige Zellen sind nicht al[1]zu selten; doch enthalten sie allemal wenige farbige Körner und sind kleiner. Vergleichen wir hiermit Zellen ohne Kalkkörper, so fällt es uns sofort auf, dass diese viel mehr Körner enthalten und auch grösser sind (siehe Fig. 42). Es ist daher der Schluss gestattet, dass die Kalkkörper nur in jüngeren Zellen auftreten, bei deren zunehmendem Wachsthum aber verschwinden. Es wäre eine Möglichkeit, dass sie ihren Kalk zum Theil an das Stroma der neu entstehenden farbigen Körner abgeben.

Bei diesem Individuum enthalten die Körnerzellen also meist in Quellung begriffene Körner, während normale oder ganz zur Kugel aufgequollene selten sind. Zweitens bilden die hier vorzufindenden Eiweisskörper ein Zwischenglied zwischen den gewöhnlichen und den gefärbten Kugeln, insofern als sie selbst noch nahezu farblos sind, dafür aber schon eine völlig

kugelige Gestalt angenommen haben, während diese meist die schon früher beschriebene oval-runzelige ist.

Ein fünftes zur selben Zeit untersuchtes Individuum bot gleichfalls ein weiteres Beispiel von Uebergangsformen dar (vergl. Taf. 2. Fig. 40). Wir finden hier nämlich wieder jüngere Zellen mit Kalkkörpern, wenig Körnern und Eiweisskügelchen, die hier aber nicht so intensiv rothviolett gefärbt sind, wie dies in Fig. 45 und 46 der Fall war, sondern welche eine blauviolette Farbe haben (Fig. 40). Ferner ist noch zu bemerken, dass sie erstens nicht alle von derselben Grösse sind, denn es finden sich auch ganz winzige Kügelchen, und dass zweitens ihre Gestalt keine so genau kugelige, sondern eine etwas runzelige, wie geschrumpfte, ist, mithin zu den normalen Eiweisskörperchen hinüberleitet. Ausserdem sei noch hervorgehoben, dass diese Gebilde hier mehr trübe und etwas fleckig sind, also nicht so gleichmässig klar, wie die zuerst betrachteten rothvioletten Kugeln.

Die Körner stimmen hier ganz mit den bei dem vierten Individuum beobachteten überein; enthalten also keine Krystallstäbe.

Ein sechstes Individuum, am nächsten Tage untersucht, liess wieder die gefärbten Kugeln ganz vermissen. Die Eiweissklümpchen waren farblos, trübe und etwas runzelig. Die Körner sind dabei normal, ähnlich wie in Fig. 42, gross, halbgequollen und hellbraun.

Hier überwogen die Körnerzellen auch bedeutend über die Keulenzellen.

Bis jetzt hatten wir nur Fälle kennen gelernt, wo in allen Zellen der Drüse die Färbung der Eiweisskörperchen eine nahezu übereinstimmende war. Mit unserem siebenten Individuum, vom 19. October, aber lernen wir wieder andere Verhältnisse kennen, die uns zu neuen Verwickelungen führen (Taf. 2. Fig. 36, 43 und 47).

Die Körner sind zunächst kräftig braun mit röthlichem Schein. In manchen Zellen haben sie auch durchgängig eine dunklere Farbe, wie wir dies schon in Taf. 2. Fig. 46 sahen; in anderen sind sie auch heller (Taf. 2. Fig. 43). In einer solchen halbreifen Zelle sind die Eiweisskügelchen schön violettblau, ja fast reinblau. Kalkkörperchen sind hier ebenfalls oft zu sehen. Dann aber findet man kleinere, also jüngere Blasen, noch ganz ohne Körner, wo sämmtliche Eiweisskügelchen noch ganz blass, fast azurfarben sind (Taf. 2. Fig. 36). Man kann aber hier wie an weiteren Zwischengliedern

unschwer erkennen, dass die helleren Zellen denselben Farbstoff, nur in verdünnterem, schwächerem Grade besitzen.

Sucht man weiter, so findet man sogar Blasen mit fast ganz farblosen Kugeln (Taf. 2. Fig. 47), wo kaum noch ein Farbstoff zu erkennen ist. Dies sind aber immer nur jüngere Zellen, und man kann hier behaupten, dass, sobald erst die farbigen Körner auftreten, der blaue Farbstoff schon recht kräftig ist.

Reifere Zellen, die keinen Kalk mehr enthalten, zeigen, wie in Fig. 43, immer einige Körner und lebhaft gefärbte Kugeln. Die Körner sind nur wenig grösser als diese letzteren, dabei aber normal und nicht gequollen.

Es ist also hier der Fall zu constatiren, dass mit zunehmender Reife der Zellen ihr blau oder ähnlich gefärbter Inhalt sich stärker färbt, wobei aber immer noch wohl zu beachten ist, dass innerhalb einer und derselben Zelle die Farbe der Eiweisskügelchen stets die gleiche und übereinstimmende ist. Ferner ist bei diesem Exemplare noch zu erwähnen, dass die Eiweisskörperchen überall, auch bei ganz schwacher Farbe, kugelig und von völlig gleicher Grösse sind.

Um zu sehen, ob Altersunterschiede der Thiere einen Unterschied im Baue des Epithels bedingen — bei *Aplysia* hatten wir dies ja früher gefunden —, untersuchte ich gleichzeitig ein ganz junges Individuum, das eine Länge von nur etwa $1^1/_2$ cm besass. Irgendwelche Besonderheiten waren hier jedoch nicht wahrzunehmen. Die Eiweissballen waren fast ganz farblos, und in jungen und halbreifen Zellen fanden sich Kalkkörper, die aber den reiferen fehlten. Auch die Körner waren normal.

Dann wurde zur selben Zeit ein besonders grosses Individuum mit den bisherigen verglichen.

Hier sind, gerade wie bei dem kleinsten Individuum, die Eiweisskügelchen weiss und farblos. Kalkkörper finden sich gleichfalls, und die Körner treten in den beiden schon beobachteten Formen in derartigen Mengen auf, dass die gequollenen, blassen etwas häufiger sind. Die normalen, hellrothbraunen, runzeligen Körper sind aber weniger selten, als wir dies früher erfahren hatten.

Es geht mithin aus diesen Thatsachen hervor, dass weder ein Causalzusammenhang zwischen den Eiweisskügelchen und Kalkkörperchen, noch ein

solcher zwischen den verschiedenen Alterszuständen des Thieres herausgefunden werden kann.

Um so mehr überrascht war ich, als ich bei einer zehnten, gleichfalls sehr grossen *Fissurella* wieder etwas Neues, bisher nicht Beobachtetes fand.

Diesmal sind es die Körner, die sich ganz abweichend verhalten (vergl. Taf. 1. Fig. 29). Während wir an ihnen sonst immer eine gewisse Färbung wahrnahmen, so sind diese Gebilde hier völlig farblos, was aber nicht etwa die Begleiterscheinung einer Quellung ist. Denn sie sind nicht rund-kugelig, sondern oval und runzelig. Dazu kommt die zweite Merkwürdigkeit, dass sie nämlich nicht wie sonst kleine unscheinbare, sondern grosse, hellleuchtende, intensiv braune Granula besitzen, wie wir dies früher bei *Doris tuberculata* kennen gelernt hatten. Dabei ist die Anzahl der Granula keine allzu grosse; sie entsprechen darin also denen in den anderen Körnern (vergl. Taf. 1. Fig. 29 und 30 bis 32), und nur ihrer Grösse wegen herrschen sie im Korne vor. Sie sind zwar ganz wie bei *Doris* von verschiedener Grösse, aber schon die kleinsten unter ihnen sind grösser, als die in einem braunen Korne eines anderen Individuums. Sonst enthalten die Körner nichts, keine Krystalle etc. Trotz der Grösse der Granula ist übrigens ihre Grösse nicht viel bedeutender als dort, wo sie normal sind (vergl. Taf. 1. Fig. 29 und 30), und auch die äussere Gestalt ist die gleiche.

Die Eiweisskörperchen sind bei diesem Individuum farblos.

Erst das elfte Individuum, das ich untersuchte, zeigte Verhältnisse, wie sie uns schon bekannt sind. Die Eiweisskörperchen sind hier wieder blauviolett, die Körner braun bis grünbraun, ganz so wie in Taf. 2. Fig. 45 und 46 bei dem dritten Individuum.

Ebenso zeigte es sich bei dem zwölften Exemplare. Zahlreich waren hier jüngere Zellen mit zwei oder drei Kalkkörpern, mit violetten Eiweisskugeln und mit rothbraunen Körnern in spärlicher Anzahl. Der Durchmesser der Zelle ist ca. 15 bis 16 μ.

Zum Schlusse erwähne ich noch eines Exemplares, das des Vergleichs halber im Frühjahre (März) untersucht wurde.

Die Drüse war von kräftig dunkelbrauner Farbe, weich, aber nicht zerfliessend oder schmierig, wie wir dies von *Umbrella* zum Beispiel her kennen.

Die violetten Kugeln in den Körnerzellen sind hier ganz besonders prachtvoll gefärbt und erfüllen die Zelle dicht.

Die Körner selbst, von gelbbrauner Farbe, sind von mittlerer Gestalt, d. h. nicht völlig normal aber auch nicht zu stark gequollen. Die Granula dementsprechend, d. h. klein. Ferner gewahrt man noch kleine und spärliche Kalkkörper.

Der Kern in diesen Zellen ist gross und deutlich; auch überwiegen die Körnerzellen die anderen an Zahl etc.

Sonst sind hier besondere Eigenthümlichkeiten nicht zu bemerken gewesen.

Nicht minder wie die Körnerzellen sind die anderen Epithelzellen interessant bei dieser *Fissurella*-Species. (Taf. 4. Fig. 44.)

Früher hatte ich die keulenförmigen Zellen nicht mit aller Bestimmtheit nachweisen können, wenngleich ich schon bei der *Fissurella* von Neapel Keulenzellen mit fettähnlichen gelben Kugeln gesehen hatte.

In der lebhaft rostbraunen Drüse unseres ersten Individuums, wo der Inhalt der Körnerzellen ziemlich blass ist, treffen wir sehr deutliche und zahlreiche Keulenzellen an. Sie enthalten eine grössere Anzahl gleichmässig grosser Kugeln von intensiv gelbbrauner Farbe und einem Glanz, der dem von Fettkügelchen gleichkommt, ähnlich wie wir dies in Theil I, Taf. 1. Fig. 28 von einer *Doris tuberculata* dargestellt hatten. Ihre Färbung ist hier eine viel intensivere als die der Körner.

Ein ähnliches Verhalten zeigte sich bei einem zweiten Exemplare. Das dritte von uns untersuchte hatte hinsichtlich der Körnerzellen merkwürdige Einzelheiten ergeben. Die Keulenzellen ähneln aber denen der anderen Individuen.

Anders liegt es jedoch bei dem vierten von uns angeführten Individuum. Im Allgemeinen war hier der Inhalt der Körnerzellen nicht sehr stark gefärbt, weder die Körner noch die Eiweisskügelchen. Einen viel kräftigeren Farbstoff weisen hier nur die Keulenzellen auf (Taf. 4. Fig. 49). Sie enthalten nämlich eine grössere Anzahl ziemlich gleich grosser Kugeln von bräunlich-grüner Farbe. Andere Zellen enthalten ebensolche Gebilde von hellerer grüngelber Farbe (Taf. 4. Fig. 44). Diese Kugeln sind stark glänzend, aber nicht krystallklar, sondern etwas trübe, opak werdend.

Die Grösse dieser Zellen entspricht etwa derjenigen der Körnerzellen, doch sind sie hier etwas spärlicher. Sie behalten ihre Form ziemlich gut bei, wenn auch die Wimperung leicht verloren geht.

Aehnliche Verhältnisse gewahren wir bei dem fünften Individuum, doch giebt es hier Zellen von noch intensiverer Färbung.

Bei dem sechsten schon besprochenen Individuum liess sich gut erkennen, dass das blasenartige Gebilde, welches die Secretkugeln enthält, von dem übrigen Zellbestandtheil, dem Plasma, räumlich abgesondert ist. Auch hier sind die Secretkugeln ölartig, gelbgrün und meist gleich gross. Nur in den reifsten Zellen sind sie von verschiedener Grösse, indem einige entweder noch weiter wachsen, oder, was auch möglich ist, durch Zusammenfliessen mehrerer Kugeln hervorgegangen sind.

Interessante Verhältnisse liessen sich bei unserem achten Individuum, einem sehr jungen Thiere, erforschen. (Taf. 4. Fig. 46, 48, 49.)

Die Körnerzellen hatten, wie schon gesehen, nichts Besonderes geboten; die Eiweisskügelchen im Speciellen waren farblos.

Normalerweise enthalten die Keulenzellen helle, schön grünlichgelbe, öltropfenartige, aber doch schon trübe Kugeln von etwas verschiedener Grösse (Taf. 4. Fig. 48). Alle sind jedoch ziemlich gross, ihre Anzahl daher nicht übermässig.

Häufig sind jüngere Zellen (Taf. 4. Fig. 46), die leicht kugelig werden. Die hier abgebildete Figur stellt eine vollständige Zelle dar, deren blasenartiger Secretballen streng von dem übrigen Zellleib durch eine sichtbare Scheidewand geschieden ist. Dieser Ballen enthält einige fettartig aussehende Secretkugeln von schön goldgelber Farbe und von etwas verschiedener Grösse. Eingebettet sind diese Secretkugeln in eine grosse Anzahl dicht gedrängt liegender, gleichmässig grosser und ungefärbter Fetttröpfchen, die, obzwar um vieles kleiner als die Secretkugeln, doch deutlich als Kügelchen zu erkennen sind.

Das Zellplasma, welches den räumlich geringeren Bestandtheil bildet, ist feinkörnig und enthält den grossen Kern, der ein schwaches Netzwerk noch hinreichend erkennen lässt. Der Zelldurchmesser beträgt etwa 22 μ, der des Kernes ca. 8 μ, derjenige der Secretkugeln ca. 5 μ.

Man kann diese Fermentzellen recht gut studiren, wenn man das getötete Thier etwa 24 Stunden lang liegen lässt. Dann tritt eine Maceration

ein, infolge deren die Zellen sich leichter von einander lösen, ohne zu zerbersten und ihre Form auffallend zu verändern.

Eine derartig gewonnene noch junge Zelle sehen wir in Taf. 4. Fig. 49. Sie ist mehr oder weniger cylindrisch und enthält in ihrem oberen Theile gelblich-grüne Secretkugeln. Ferner sieht man den Kern, der, vielleicht in Folge der Maceration, in die Höhe gerückt ist und keine Structur mehr wahrnehmen lässt. Unter ihm bemerkt man die farblosen Fetttröpfchen, von denen die zu unterst liegenden die kleinsten sind. — Schon an dieser Stelle wollen wir hervorheben, dass im Gegensatz zu den Körnerzellen diese Zellen niemals Kalk, und, bei *Fissurella* wenigstens, auch nicht Eiweisskörperchen führen.

Das sehr grosse neunte Individuum, das uns seiner Körnerzellen wegen weniger beschäftigte, bietet uns viel interessante Einzelheiten betreffs der Keulenzellen.

Es giebt hier Keulenzellen, welche ganz wie die bereits beschriebenen aussehen. Dann aber findet man grössere Zellen, welche ganz so aussehen, wie wir sie bereits früher (I. Theil, Taf. 1. Fig. 33) von *Aplysia* beschrieben hatten (Taf. 4. Fig. 47). Sie besitzen weniger, aber grössere Secretmassen, die sich gegenseitig etwas abplatten. Dieselben sind hier auch nicht mehr so durchsichtig klar wie in jüngeren Zellen, sondern trübe, opak, dabei aber doch noch glänzend und kräftig sienabraun gefärbt.

Ferner sieht man hier junge Zellen häufig, welche in ihrem Bau und der Art ihrer Entstehung eine grosse Analogie mit denjenigen haben, die wir später noch bei *Doris tuberculata* kennen lernen werden. Es ist dies eine auffallende Aehnlichkeit auch hinsichtlich dieser Zellen, nachdem wir schon die mancherlei Uebereinstimmungen der Körnerzellen zwischen beiden Thieren kennen gelernt hatten, nämlich vor Allem das Auftreten der violetten Eiweisskugeln.

Dass wir es hier mit jungen, sich erst entwickelnden Zellen zu thun haben, beweist uns schon ihre geringe Grösse (Taf. 4. Fig. 43). Was uns dabei am meisten überrascht, ist das Auftreten von Secretkörpern in krystallisirter Form, ähnlich so wie bei *Umbrella*. (Theil I, Taf. 1. Fig. 34.) In der uns jetzt beschäftigenden Fig. 43 enthält die kugelig gewordene Secretblase einige kleine und einige bereits grössere goldgelb glänzende, aber schon trübe Secretkügelchen. Einige von ihnen schliessen nun je einen ziemlich

grossen, ebenso wie sie gefärbten Krystall ein. Bei anderen ist das nicht der Fall; dagegen liegen noch ebenso beschaffene Krystallchen frei in der Zelle. Die Form der Krystalle ist aber keine übereinstimmende. Man kann sowohl regelmässig sechseckige Tafeln, Stäbe oder Rhomben von länglicher Form etc. sehen.

In noch jüngeren Zellen sieht man gleichfalls derartige Körper; ja es giebt Zellen, wo kaum andere kugelförmige Secrete vorhanden sind und wo mithin alle Krystalle frei liegen (Taf. 4. Fig. 50). Auch in dieser Fig. 50, einer der kleinsten der so beschaffenen Zellen, herrschen halblange Stäbe von rhombischer Seitenfläche vor. Daneben sieht man noch zwei winzig kleine Kügelchen.

Derartige und ähnliche jüngere Zellen sind sehr häufig anzutreffen (Taf. 4. Fig. 42). In dieser Figur haben wir z. B. eine etwas weiter fortgeschrittene Zelle, die einige lange Stäbe und etwas grössere Kugeln enthält. Ihr Durchmesser ist etwa 14 μ, während derjenige der erstgenannten Zelle ca. 12 μ ist.

Je mehr so beschaffene Zellen unser Gesichtsfeld passiren, um so mehr werden wir zu dem Schluss gedrängt, dass in den jüngsten Zellen zuerst nur Krystallgebilde entstehen, dann erst die Kugeln. Ob in diesen die einliegenden Krystalle sich erst ausscheiden, oder ob sich um einen Krystall herum eine Kugel bildet, ist wohl schwer zu sagen. Da aber zuerst die Krystalle auftreten, so ist das Letztere nicht so unwahrscheinlich. — Dagegen ist aber geltend zu machen, dass diese Krystalle immer vollständig in der Kugel liegen, niemals also so, dass sie theilweise herausragen. Danach zu urtheilen, müssten die Krystalle sich innerhalb der Kugel abscheiden. Es ist aber noch eine dritte Möglichkeit zu erwägen. Wenn wir nämlich davon ausgehen, dass die Krystalle das Erste sind, so ist recht wahrscheinlich, dass die Kugeln Umwandlungsproducte darstellen, vielleicht nur einen flüssigen Aggregatzustand derselben Substanz oder eine Lösung. Es müssten sich mithin durch theilweise und allmähliche Auflösung der Krystalle die Kugeln ausserhalb derselben resp. um sie herum absondern.

Thatsächlich verschwinden die Krystalle mit zunehmender Reife der Zelle völlig, so dass man zu der Annahme berechtigt ist, sie seien nur Vorstadien der sonst ebenso aussehenden Kugeln. Es liegt hier mithin dieselbe

Erscheinung vor, die wir seiner Zeit schon bei *Umbrella mediterranea* kennen gelernt haben.

Betreffs der Substanz, aus denen diese Gebilde bestehen, müssen wir annehmen, dass sie eine organische resp. organisirte sei. Die Krystalle gehören also zur Klasse der Krystalloide.

Ganz übereinstimmende Resultate erhielt ich bei dem Individuum Nr. 10, das wie das vorhergehende ein sehr grosses Thier war. Bei den Körnerzellen hatten wir ja erhebliche Differenzen zwischen beiden Thieren constatirt, speciell was Aussehen und Bau der Körner betrifft. Dies lässt sich nun von den Keulenzellen nicht behaupten. Auch hier besitzen die jüngsten Zellen nur Krystalle, die reiferen schon Kugeln daneben. Wir sehen auf Taf. 4. Fig. 45 eine interessante halbreife Zelle. In dem feinkörnigen Plasma findet man eine Anzahl etwas verschieden grosser schön goldgelber Kugeln, von denen einige dünne oder dickere Krystallstäbe enthalten. Eine Kugel enthält sogar deren mehrere in fächerförmiger Anordnung. Dazwischen durch sieht man mehrere sehr lange freie Krystallstäbe, gleichfalls in fächerförmiger Anordnung.

Auffällig ist es, dass in keinem der uns hier vorliegenden Fälle eine besondere Secretblase zu bemerken ist, so wie etwa in Taf. 4. Fig. 46. Die Secretblase scheint erst späterhin zur Ausbildung zu kommen und oft wieder zu verschwinden.

So sehen wir auch in Fig. 45 das Secret in das Plasma eingelagert. Im unteren Theile der Zelle, jedoch nicht ganz am Fussende, gewahren wir den grossen Kern mit deutlichem Maschenwerk, und unterhalb desselben eine Anzahl grösserer und kleinerer Fettkügelchen, welche übrigens den jüngeren Zellen noch gänzlich fehlen. Sie treten erst in reiferen auf und verschwinden wieder mit der Zunahme der Reife.

Auch in Thieren, wo die Körnerzellen lebhaft violette Kugeln enthalten oder irgendwie anders beschaffen sind, behalten die Keulenzellen immer dasselbe Gepräge. Ein Causalzusammenhang zwischen den verschiedenen Formen der beiden Zellarten existirt also in keiner Weise. Ebenso existirt kein Unterschied zwischen den Exemplaren aus den verschiedenen Jahreszeiten; im Frühjahr fanden sich wenigstens dieselben Erscheinungen wie im Herbste. Ehe wir mithin eine andere Erklärung auffinden, müssen wir all die uns begegnenden Variationen für rein individuelle halten.

26) Fissurella gibba Phil.

Von dieser *Fissurella*, die sich übrigens enge an die oben behandelte anschliesst, wurden einige Exemplare im November und dann im März untersucht. Ob sie aber alle zur Species *gibba* gehörten, ist nicht ganz sicher; vielleicht waren auch welche von der Species *graeca* dabei. Da es mir nämlich in allen Fällen darauf ankam, die Thiere in möglichst frischem Zustande zu untersuchen, so konnte ich mich leider nicht immer damit befassen, ihre Species unzweifelhaft festzustellen, wie es sich ja eigentlich gehört. — Die mir bekannt gewordenen Verhältnisse lassen aber so viel Uebereinstimmungen wahrnehmen, dass in diesem Falle der Fehler ein geringerer wird.

Es gelang mir, in den Besitz eines sehr kleinen Exemplares von ca. 9 mm Länge zu kommen.

Die Körnerzellen hatten hier wie bei manchem Individuum von *F. costaria* normale Körner, nämlich lebhaft rothbraune, kleine, runzelige (vergl. Taf. 1. Fig. 30). Die Eiweisskörperchen waren farblos.

Die Keulenzellen verhielten sich wie gewöhnlich. Doch waren hier sehr viel Fettkügelchen zu sehen.

Etwas anders war es bei einem Individuum vom März. Hier zeigten sich Quellungskörner, ganz wie wir es bei mancher *F. costaria* gesehen hatten. Auch hier sind die Eiweisskörperchen farblos.

Die Keulenzellen entsprechen wieder dem uns schon bekannten Bilde. Die grossen besitzen goldgelbe Kugeln, die kleinen daneben noch Krystalle und lassen überall einen grossen Kern erkennen.

Ein drittes hier zu erwähnendes Exemplar bot manches des schon früher Beobachteten in grosser Vollkommenheit.

Besonders gut lässt sich der zottige Bau des Drüseninnern erkennen. Eigenthümlich ist, dass, bei diesem Individuum wenigstens, an der Spitze einer Zotte immer gelbe Zellen liegen, und zwar stets zu mehreren vereinigt (vergl. Taf. 2. Fig. 44). Die Wimperung ist sehr deutlich. Nach dem baldigen Aufhören der Wimperbewegung kann man erkennen, dass die Wimperhärchen einem verdickten Zellsaume aufsitzen.

Bei diesem Individuum sind die Körnerzellen von prachtvollen blauvioletten Kugeln ausgefüllt, so dass die Körner fast dagegen verschwinden. Das Vorhandensein dieser Kugeln kann als ein weiterer Beweis von der Ueber-

einstimmung mit den anderen Species von *Fissurella* angesehen werden, und hieran schliessen sich die anderen Secretzellen mit prächtig goldgelben bis goldbraunen Kugeln.

27) Fissurella spec.

Dieses Thier konnte leider nicht genauer bestimmt werden. Vielleicht ist es *F. reticulata.*

Das Epithel schliesst sich dem der anderen Arten an. Die Körnerzellen besitzen hier schöne violette, die Keulenzellen gelbe Secretkugeln.

Ueberblicken wir nun die Resultate, die wir bei der Betrachtung der verschiedenen *Fissurella*-Arten erhalten haben, so haben wir zuvörderst die völlige Uebereinstimmung der verschiedenen Arten unter sich zu constatiren. Sie geht so weit, dass man nach dem Aussehen des Epithels niemals auf eine bestimmte Species schliessen könnte. Derartige Fälle sind sehr selten, denn wir sahen schon und werden später noch sehen, dass oft zwischen Arten, welche im System nahe bei einander stehen und auch sonst offenbar nahe Verwandte sind, ganz bedeutende Unterschiede hinsichtlich der Histologie der Mitteldarmdrüse obwalten können.

Dahingegen fanden wir die weitgehendsten Verschiedenheiten zwischen Vertretern einer und derselben Species, Verschiedenheiten, für die nicht einmal der Versuch einer Erklärung gemacht werden kann. So viel ist wohl sicher, dass die Jahreszeit keinen Einfluss darauf hat, denn gleichzeitig untersuchte Individuen zeigten ein ganz verschiedenes Bild. Ebensowenig hat Alter und Grösse einen Einfluss, wie wir an verschieden grossen Individuen sahen. Ferner auch nicht der Ort ihres Aufenthaltes, da nahe bei einander gefundene Thiere nicht unwesentlich von einander abwichen. Wir haben noch dazu nicht einige wenige ganz bestimmt charakterisirte Formen, sondern nur gewisse Typen und Uebergänge dazwischen fast ohne Grenzen, namentlich was die farbigen Kugeln der Körnerzellen betrifft, die wir als das Merkwürdigste in der Leber der Fissurellen bezeichnen dürfen.

28) Haliotis tuberculata L.

Mit diesem Mollusk, welches früher schon eins unserer interessantesten Objecte war, haben wir uns nicht mehr viel zu beschäftigen. Es gilt eigentlich nur, einige Lücken in unseren ersten Beobachtungen auszufüllen.

Das Fehlen der Keulenzellen war noch nicht mit aller Sicherheit zu behaupten. Eine erneuerte Durchsicht aber liess mich die früheren negativen Resultate bestätigen und die Abwesenheit dieser Zellen in allen Fällen nachweisen. *Haliotis* schliesst sich also enge an *Chiton* und *Patella* an, während *Fissurella* abseits steht.

Als Ergänzung zu meinen früheren Beobachtungen sei betreffs der Körnerzellen hinzugefügt, dass hier ähnlich wie bei *Patella* die Körner auch zu einem Klumpen zusammengeballt sein können, woneben noch einzelne freie existiren können. — Die Granula sind allemal sehr klein. Ferner bestätigt sich auch hier (vergl. Theil I. Taf. 1. Fig. 14), dass die stets farblosen Eiweisskörperchen im oberen Theil der Zelle liegen. Getrennt werden sie von den Körnern durch den Kalkkörper, wovon, ganz wie bei *Fissurella,* zuweilen auch zwei vorhanden sind.

Kleinere Zellen besitzen hier ebenfalls erst die Eiweisskörperchen, gerade wie wir dies bei *Fissurella* so oft gesehen haben und später noch an anderen Stellen bemerken werden.

Ein ganz junges Exemplar, das mir vorlag, verhielt sich in allen Stücken normal.

Trotz mancher nicht unerheblicher Verschiedenheiten können wir die bis jetzt betrachteten Prosobranchien recht wohl noch zu einer Gruppe vereinigen, wie dies auch in der Systematik der Fall ist.

Die Drüse ist überall gross und kräftig gefärbt, besonders bei *Chiton, Patella* und *Fissurella.* — Mit Ausnahme dieser letzteren Gattung treffen wir nur Körnerzellen an. Das klumpige Zusammenballen der Körner ist hier beachtenswerth, am ausgeprägtesten bei *Patella,* und zeigt sich auch bei den anderen. Des Weiteren sind die Kalkkörper interessant, die wir sowohl bei *Fissurella* wie auch bei *Haliotis* bemerken.

Wie schon die Körner ganz anders beschaffen sind als bei dem Lamellibranchien, so ist dies auch mit den Keulenzellen der Fall. Ihr Bau ist durchaus verschieden von dem der Muscheln.

29) Turbo rugosus L.

(Abbildungen: Taf. 2. Fig. 54 bis 60 incl.; Taf. 4 Fig. 36 u. 37.)

Obgleich das Genus *Turbo* eine ganz neue Reihe bei den Prosobranchien anfängt, so hat es doch gewisse Aehnlichkeit hinsichtlich der Körnerzellen mit

Fissurella, nämlich in dem Auftreten von gleichfalls bläulich gefärbten Kugeln, die auch nur bei manchen Individuen auftreten, bei anderen aber, ganz wie bei *Fissurella*, weiss sind.

Die Mitteldarmdrüse ist kräftig dunkelbraun, was, wie wir noch sehen werden, von dem Inhalte der Keulenzellen bedingt wird. Letztere waren mir früher zweifelhaft geblieben.

Unser erstes Individuum zeigt nicht besonders auffällige Verhältnisse hinsichtlich der Körnerzellen. Sie enthalten zunächst ziemlich grosse braune Körner, welche hier aber keine Granula, sondern halblange, lebhaft roth gefärbte dünne Krystallstäbchen einschliessen (Taf. 2. Fig. 59). Die Eiweissklümpchen sind dann völlig farblos.

Aehnlich ist es bei einem zweiten Individuum. Hier sind die Körner etwas blasser, aber in allen möglichen Stadien vorhanden. So sehen wir Taf. 2. Fig. 55 ein noch sehr junges Korn, blass, fleckig, ohne Einschlüsse. Sein Durchmesser beträgt etwa 2,5 μ. — Fig. 54 ist ein etwas grösseres Korn und besitzt schon einige rothe Stäbchen. — Je mehr nun die Körner wachsen, um so intensiver färben sie sich, wobei sie auch glänzender werden. Zugleich werden die rothen Stäbchen, die sich immer gleich bleiben, zahlreicher. Eigentliche Granula jedoch treten nie auf. Die Stäbchen sind also der Ersatz dafür. Sie sind nun nicht etwa als langgezogene Granula aufzufassen, denn ihr Aussehen ist doch ein etwas anderes, nicht so krystallartig glänzendes. Man könnte sie fast mit künstlich tingirten Bacillen vergleichen.

Reife Körner sind etwa 8 μ gross, kräftig braungelb (Taf. 2. Fig. 59) mit nicht zu zahlreichen rothen Stäbchen, die, wie sonst die Granula, innen der Mantelfläche angelagert sind.

Dann giebt es auch Körner, die sich ganz augenscheinlich in Quellung befinden (Taf. 2. Fig. 60). Sie werden im Centrum heller und der Farbstoff lagert sich in Flecken etc. an der Peripherie an. Sie behalten die rothen Stäbe unverändert bei.

In der Drüse dieses Individuums sind die Eiweisskörperchen spärlich und durchaus farblos.

Derselbe Befund wiederholte sich bei dem nächstfolgenden Exemplar. Etwas anders verhält sich aber ein neues, fast zur selben Zeit untersuchtes. (Taf. 2. Fig. 58.)

Hier fallen uns nämlich einerseits die Eiweissballen durch ihre entschieden gelbliche Färbung auf. Andererseits enthalten die farbigen Körner gar keine Einschlüsse, weder Stäbe noch Granula. Dafür sind sie sehr kräftig braun gefärbt (Fig. 58), und man kann die netzartig fleckige Anordnung des Farbstoffes gut erkennen. Ihre Grösse ist eine sehr bedeutende, nämlich ca. 10 bis 12 μ und noch mehr. Oft sieht man solche freigewordenen Körner von einer Hülle kleiner, regelmässig aneinandergereihter Fettkügelchen umgeben umherschwimmen. Dagegen ist es schwer, die reiferen Zellen selbst zu isoliren und in gutem Zustande zu Gesicht zu bekommen; sie platzen leicht. Hier finden wir endlich selten eine ausgesprochene Quellungserscheinung, und die grössten uns begegnenden Körner sind meist am stärksten tingirt.

Von Zellen gelingt es nur, jüngere, zur Kugel umgestaltete, zu beobachten. In halbreifen Zellen sieht man die Körner dicht gedrängt und abgesondert von ihnen die schwachgelblichen Eiweisskörperchen, welche an Masse meist überwiegen. Noch jüngere Zellen besitzen auch hier nur solche Gebilde.

Von einer Wimperung lässt sich nichts wahrnehmen.

War schon bei dem vorigen Individuum von *Turbo rugosus* die gelbliche Farbe der Eiweisskörperchen auffallend, so erhalten wir bei einem weiteren Individuum noch ein ganz anderes unerwartetes Bild.

Die Körner, um mit diesen zu beginnen, zeigen zwar nichts Neues. Sie sind kräftig gefärbt und enthalten wieder die rothen Stäbchen, wenn auch in spärlicher Zahl.

Die Eiweisskörperchen aber sind bei diesem Exemplar analog denen von *Fissurella* und *Doris* stark tingirt, und zwar veilchenblau (Taf. 2. Fig. 56). Dabei sind sie von hervorragender Grösse, fast kugelig, trübe und nur wenig durchscheinend, jedoch glänzend. Es giebt Zellen, wo sie alle, grosse und kleine, dieselbe Form haben. In anderen Zellen jedoch sind die grössten am intensivsten gefärbt, während die kleinsten noch fast farblos sind.

In den Zellen selbst überwiegen sie ganz bedeutend an Masse, sowohl an Anzahl wie auch an Volumen im Vergleich zu den Körnern. Wie wir das schon bei *Fissurella*, *Haliotis* u. A. bemerkten, liegen die Körner für sich im unteren Theile, die Eiweisskörperchen für sich im oberen Theile der Zelle. Erstere sind von kleineren Fett-Tröpfchen umgeben (Taf. 2. Fig. 56).

Ferner bestätigt sich auch hier wieder die Regel, dass zuerst in den Zellen die Eiweisskörper entstehen, denn man findet niemals eine Zelle ohne solche, dagegen recht wohl Zellen, die nur blaue Kugeln enthalten (Taf. 2. Fig. 57). Diese Figur zeigt den Inhalt einer solchen Zelle bei hoher Einstellung des Mikroskops, wobei das Centrum am dunkelsten erscheint, der Rand heller, aber scharf markirt. Zu bemerken ist noch, dass diese Zellen niemals Kalkkörper enthalten, wie auch eigentliche Kalkzellen dieser *Turbo*-Art ganz fehlen.

Während wir hier Eiweisskörperchen hatten, die, was ihre Färbung betrifft, das Maximum in dem Typus der Mollusken erreichen, denn sie sind viel intensiver tingirt als die entsprechenden Gebilde bei *Fissurella* oder *Doris*, so scheint ihr Vorkommen doch kein allzu häufiges oder gar stetiges zu sein. Mehrere der schon erwähnten Drüsen führten einen farblosen, eine von ihnen einen etwas gelblichen Inhalt. Forscht man nun weiter, so findet man noch Zwischenglieder, nämlich solche, wo die Eiweissklümpchen ganz schwach blau gefärbt sind. Es walten also ganz dieselben Verhältnisse wie bei *Fissurella* ob. Aehnliches lässt sich von den Körnern sagen, denn es giebt Individuen mit rothen Stäbchen darin und Individuen ohne solche.

Nicht minder interessant als die Körnerzellen sind bei *Turbo rugosus* die Keulenzellen beschaffen. Ihr Inhalt ist von dem bei anderen Mollusken anzutreffenden so abweichend, dass ich ihn früher übersah und für fremde Beimischungen hielt. Die jetzt gemachten Beobachtungen lassen nun auch diese Lücke zufriedenstellend ausfüllen.

Oft enthalten die Keulenzellen einen krümelig-körnigen Inhalt, so dass man sie auf den ersten Blick hin wohl für Körnerzellen halten könnte. In anderen Fällen aber sind es Klumpen von dunkelbraunen glänzenden Concretionen (Taf. 4. Fig. 37), in allen möglichen knolligen Formen zusammengebackt. Ihre Färbung ist eine viel intensivere, als die der Körner. Ihr Aggregatzustand ist ein fester, und man kann sie durch Druck zerbröckeln. Es ist dies also ein recht sonderbares Verhalten, da Secretmassen in dieser Form nur selten vorkommen. So hatten wir früher etwas Aehnliches nur bei *Cerithium* bemerkt, ferner noch gewisse Analogien bei *Tethys* etc., während sonst der Inhalt der Keulenzellen ein mehr flüssiger oder halbweicher ist.

Die Keulenzellen von *Turbo* gehen sehr leicht zu Grunde, weshalb man meist nur ihren festen Inhalt zu Gesicht bekommt. Jüngere Zellen

erhalten sich leichter, wenngleich sie auch sofort kugelig werden. Fig. 36. Taf. 4 stellt eine solche Zelle (oder Secretblase) dar, deren Durchmesser etwa 22 μ ist. Ihr Inhalt ist homogen farblos; am unteren Theile liegen sehr kleine Fett-Tröpfchen und inmitten eine Anzahl verschieden grosser und verschieden gestalteter intensiv brauner Knollen. Während wir also in den gewöhnlichen Fällen das Secret in einer bestimmten Form auftreten sehen, sei es als Kugeln (*Fissurella, Doris, Aeolis*), sei es als regelmässig aufgebaute Körper (Lamellibranchiaten), so finden wir hier nichts von alledem. Man könnte es hier als Concrement bezeichnen.

Ein anderer geformter Zellinhalt lässt sich nicht nachweisen, vor Allem keine Eiweisskörperchen, welche somit auf die Körnerzellen beschränkt sind, was wir auch schon bei *Fissurella* gesehen hatten.

Im Allgemeinen fand ich die Keulenzellen etwas spärlicher als die Körnerzellen. Ihr Gehalt an Farbstoffen überwiegt aber so bedeutend, dass sie es sind, welche der ganzen Drüse ihr tiefdunkel gefärbtes Aussehen geben.

Kalkzellen habe ich auch bei dieser Species nicht wahrnehmen können.

30) Trochus divaricatus L.

Bei diesem *Trochus* sind im Gegensatz zu dem nahe verwandten *Turbo* nur Körnerzellen zu sehen. Sie enthalten grosse, kräftig braune Körner, deren Anzahl etwa 2 bis 8 Stück, im Maximum 10 Stück ist, ausserdem farblose Eiweissklümpchen, welche kleiner als die Körner sind, und sehr kleine Fettkügelchen.

Alle diese Verhältnisse sind ähnlich wie bei den anderen Trochiden.

31) Trochus Laugieri Payr.

Die Aehnlichkeit zwischen dem Epithel dieses *Trochus* und dem vorhergehenden ist eine weitgehende. Die Körner sind aber mehr rothbraun und etwas kleiner, die Zellen dahingegen gross. An der Basis derselben unterhalb des Kernes sieht man kleine Fettkügelchen. Eine Wimperung fehlt hier wie auch bei den verwandten Arten.

32) Trochus striatus L.

Auch hier fehlen die keulenförmigen Fermentzellen.

Die Körnerzellen enthalten kräftig braune Körner und, wie es scheint, einige Kalkkörper (oder Eiweissklümpchen?).

Der Koth von frisch eingefangenen Thieren enthielt keine Spur von Körnern. Diese dürften also wohl schon im Darm in Lösung gehen.

33) Trochus albidus Gm.

Leider ist die Zugehörigkeit zu dieser Art keine ganz sichere. Auch hier sind nur Körnerzellen, welche braune Körner und farblose Eiweisskörperchen besitzen. Die jüngeren unter ihnen führen wie gewöhnlich nur den letzteren Bestandtheil.

34) Clanculus cruciatus L.

Die Verhältnisse liegen hier ganz ähnlich wie bei *Trochus Laugieri;* Keulenzellen fehlen, ebenso eine Flimmerung.

Ueberblicken wir die hier aufgeführten Trochiden und im Anschluss daran *Clanculus,* so finden wir, wenn wir den *Turbo* bei Seite lassen, eine völlige Uebereinstimmung in allen wesentlichen Punkten. Die Stellung von *Turbo* ist um so merkwürdiger, als diese Schnecke systematisch sehr nahe zu den Trochiden und oft sogar zu demselben Genus gestellt wird.

Das Charakteristische der Trochiden ist also: Sie besitzen in der Mitteldarmdrüse nur eine Zellart, die der Körnerzellen, mit kräftig aber nicht dunkel gefärbten braunen Körnern und farblosen Eiweisskörperchen.

Ctenobranchia.

35) Mitra ebenus Lam.

Die Körnerzellen sind bewimpert. Sie sind ganz ähnlich denen von *Conus*, die wir noch kennen lernen werden. Die Körner sind spärlich, wie bei dem Genus *Murex,* aber gross, mit grossen, wenig gefärbten Granulis. Der Hauptinhalt besteht aus zahlreichen farblosen Eiweissklümpchen von beträchtlicher Grösse. Auf diese Weise wird ein Uebergang zu den Muriciden vermittelt, wie wir noch sehen werden. Auch Keulenzellen fehlen gerade wie bei den Trochiden einerseits und den Muriciden andererseits.

36) Murex trunculus L.

Hinsichtlich der Mitteldarmdrüse unterscheiden sich die Muriciden ganz wesentlich von den Trochiden, nehmen überhaupt eine recht absonderliche Stellung ein.

Die Drüse selbst ist hell, ockerfarben oder noch heller, fest und dabei eigenthümlich brüchig-krümelig; die Bruchflächen sind trocken. Diese eigenthümliche Erscheinung muss wohl davon herrühren, dass die Zellen von festeren Bestandtheilen vollgepfropft sind.

Zellen, welche dem Typus der keulenförmigen angehören, fehlen auch hier, in Uebereinstimmung mit früheren Befunden.

Die Körnerzellen enthalten in ganz überwiegender Menge farblose Eiweisskörperchen und daneben nur spärliche Körner von heller Farbe. Ausserdem finden sich darin noch kleine staubartige, farblose, glänzende Körnchen, die unzweifelhaft Fett sind. — Von diesen Bestandtheilen, namentlich also von den Eiweisskörperchen, sind die Zellen ganz vollgepfropft und zeigen im reiferen Zustande kaum noch sichtbares Plasma oder flüssige Substanzen.

Die Zellen flimmern lebhaft.

37) Murex brandaris L.

Hier finden wir völlig übereinstimmende Verhältnisse; doch sind die Körner ein wenig lebhafter gefärbt. Die Eiweissklümpchen sind oft von erstaunlicher Grösse, völlig farblos und runzelig.

38) Murex erinaceus L.

Die Befunde sind ganz übereinstimmend mit denen von *M. edwardsi*. Die Wimperung ist sehr deutlich.

39) Murex edwardsi Payr.

(Abbildung: Taf. 2. Fig. 64.)

Hier lassen sich die Einzelheiten recht gut studiren, da die Körnerzellen leidlich gut erhalten bleiben. Die Eiweisskörperchen überwiegen auch hier; doch sind die Körner etwas häufiger und etwas lebhafter gefärbt, als bei anderen Muriciden.

Keulenzellen fehlen.

40) Nassa pygmaea Lam.

Auch bei dieser kleinen Schnecke fand ich keine Keulenzellen. Die Körnerzellen hingegen sind deutlich und leiten zu *Murex* hinüber. Sie enthalten spärliche, sehr blasse Körner und zahlreiche Eiweisskörper, sowie

sehr kleine Fettkügelchen in Menge. Die Eiweisskörper sind also die Hauptsache.

41) Conus mediterraneus Brug.

Auch *Conus* schliesst sich den Muriciden enge an. Die Drüse ist hellkaffeebraun.

Trotzdem mir eine Reihe von Exemplaren vorlag, so waren doch niemals die keulenförmigen Fermentzellen zu finden. Sie fehlen also auch hier unzweifelhaft.

Der Hauptinhaltsbestandtheil der Körnerzellen besteht in den farblosen Eiweisskörperchen, die zum Theil sehr gross werden. Viel spärlicher sind die Körner. Ihre Färbung ist nur eine blassbraune, mit einem oder wenig mehr grossen starkglänzenden Granulis. Ausserdem findet man nicht selten zwischen den Eiweisskörperchen freiliegend kleine farblose Krystallstäbe, ähnlich denen von *Doris marmorata* (vergl. Theil I. Taf. 1. Fig. 3).

Die Zellen zeigen deutliche Wimperung.

Bemerkt sei noch, dass sich im Koth, der von verschiedenen Individuen herrührte, keine Bestandtheile aus der Drüse nachweisen liessen. Körner im Besonderen waren nicht herauszufinden.

Wir haben also auch bei *Conus* ein ganz besonderes Hervortreten der Eiweisskörperchen zu constatiren, müssen diesen mithin eine hauptsächliche Bedeutung beilegen.

Die verschiedenen Species von *Mitra*, *Murex*, *Nassa* und *Conus* zeigen so grosse Uebereinstimmungen hinsichtlich des Leberepithels, weshalb wir sie zu einer Gruppe vereinigen können.

Die Keulenzellen fehlen durchgängig dieser Gruppe, so dass als Secretzellen nur noch die Körnerzellen in Betracht kommen. Ihr Inhalt besteht ferner überwiegend aus farblosen Eiweissklümpchen, so dass die Körner im Allgemeinen ganz in den Hintergrund treten. Bei Betrachtung dieser sonderbaren Verhältnisse müssen wir zu Schlüssen kommen, die diesen Gebilden eine grössere Bedeutung einräumen, als wir früher wohl vermuthet hatten. Schon *Fissurella* und *Turbo* deuten auf eine solche Auffassung hin. Dort waren die Körner aber immer noch gleichwerthig, was bei der Gruppe der Muriciden etc. nicht der Fall ist. Es ist wohl kaum anzunehmen, dass die Eiweisskörperchen ein

Excret seien, denn sie finden sich kaum jemals im Koth vor, was doch bei den Körnern sowohl wie auch bei den anderen Fermentkörpern vorkommt. Sie müssen vielmehr leicht löslich sein und im Darme zu Grunde gehen. Ob und welche Rolle sie bei der Verdauung spielen, lässt sich vor der Hand kaum vermuthen. Ihre Bezeichnung als „Eiweisskörper" mag wohl eine wenig bestimmte sein; es fällt aber schwer, ihnen einen zutreffenderen Namen zu geben.

42) Rissoa octona L.

Hiervon wurden Exemplare während des Juli in Kiel untersucht. Das Epithel ist bewimpert und führt beide Zellarten. Die Körnerzellen enthalten dunkelbraune Körner. Die anderen Fermentzellen besitzen als Secret dunkelbraune Klumpen, die amorph, fest und undurchsichtig sind, ähnlich wie bei *Turbo*. Es liegen mehrere davon in einer Zelle.

43) Rissoa membranacea J. Ad.

Triest.

Aehnlich der *Rissoa octona*.

44) Littorina littorea L.

Von dieser in der Kieler Bucht so gemeinen Schnecke konnte ich während der Sommermonate eine genügende Menge zur Untersuchung heranziehen.

Die Farbe der Drüse ist kräftig siena-braun. Die keulenförmigen Zellen fehlen. — Die Körnerzellen enthalten ziemlich kleine Körner von brauner Farbe mit dunkleren Flecken und deutlich dunkelbraunen Granulis. Oft kleben die runden Körner zu mehreren zusammen. Eine Quellung derselben ist nicht selten, und während sie normal runzelig sind, so werden sie dabei glatt und blasser. Die Granula bleiben unverändert.

Der andere Bestandtheil der Zellen besteht in hellgelben glänzenden Körpern, die so gross wie die Körner und grösser sind. Sie entsprechen unseren Eiweisskörpern und nur ihre Farbe ist auffällig, analog wie bei *Fissurella, Turbo* etc. Ihre Form jedoch ist keine kugelige, sondern die normale runzelig-eiförmige. Von den jüngeren Körnern unterscheiden sie sich durch ihre Grösse und völlig gleichmässige Durchfärbung.

Auch bei *Littorina* sind diese Eiweisskörperchen in grösserer Menge vorhanden, als die Körner.

Ausser diesen beiden soeben genannten Bestandtheilen enthält die Zelle noch ganz kleine Fettkügelchen.

Exemplare von *Littorina*, die längere Zeit in filtrirtem Seewasser hungerten, zeigten keine bemerkbaren Abweichungen.

45) Turitella communis Risso.

(Abbildungen: Taf. 2. Fig. 48 bis 53 incl.)

Hier hat die Drüse eine ausserordentlich dunkle, fast schwarze Farbe, welche hauptsächlich von den keulenförmigen Zellen herrührt, die hier wieder gleichzeitig mit den Körnerzellen vorhanden sind.

Die Körnerzellen enthalten lebhaft braune Körner in allen möglichen Stadien. Es fällt auf, dass unter gleich grossen welche mit und welche ohne Granula existiren. Ebenso giebt es welche mit krystallartigen Körpern im Innern und welche ohne solche, und schliesslich auch Combinationen von Granulis und Krystallkörpern.

Ein noch sehr junges Korn sehen wir in Fig. 52. Taf. 2, dessen Durchmesser etwa 4—5 μ beträgt. Es ist hell gefärbt und enthält erst ein einziges, intensiv braunes, leuchtendes Granulum.

Die Figuren 48, 51 und 53 führen uns normale reife Körner vor Augen; sie sind fast genau kugelig und glattrandig, d. h. nicht runzelig. Ihr Stroma ist hell und wohl ganz farblos. In fleckiger, netzartiger Anordnung enthalten sie einen schönen gelbbraunen Farbstoff, der ihnen Glanz verleiht, ferner nicht grosse aber deutlich intensiv leuchtende Granula von rothbrauner Farbe und kugeliger Form. Ihre Anzahl ist nur gering, ihre Anordnung unregelmässig; doch sieht man sie öfters zu zweien oder dreien vereinigt (Taf. 2. Fig. 48, 53). Ihr Durchmesser ist etwa 6—8 μ.

Die Granula sind nun nicht der einzige Inhaltsbestandtheil der Körner, sondern es finden sich ausserdem noch Krystalle und sonstwie regelmässig gestaltete Körper darin, ähnlich so, wie wir es früher bei *Tethys, Pleurobranchaea meckeli* etc. getroffen hatten und neuerdings bei *Doris* und *Fissurella* wiederfinden (vergl. Theil I. Taf. 2. Fig. 76, 77 und 101).

Ob diese krystallartigen Einschlüsse farblos sind oder den Farbstoff des Kornes tragen, lässt sich schwer entscheiden. Sie treten meist in Form von mehrseitigen Krystallstäben auf, in der Regel ziemlich dick und lang. (Taf. 2. Fig. 51.)

Oft finden sich aber auch anders geformte Körper, die zwar noch von ziemlich einfacher geometrischer Gestalt sind, aber keine eigentlichen Krystallgebilde mehr vorstellen. So sehen wir nicht selten linsenförmige Körper (Taf. 2. Fig. 49, 53) oft zu mehreren im Korn, wie auch die Krystallstäbe zu mehreren vorhanden sein können, ohne aber so zahlreich wie bei *Fissurella* zu werden.

Eine Quellung der Körner tritt häufig ein, wobei die kugelrunde Gestalt bestehen bleibt, was auch von den krystallartigen Gebilden gilt. Wie sich dies aber mit den Granulis verhält, vermag ich mit Bestimmtheit nicht zu sagen. Jedenfalls fand ich kein einziges gequollenes Korn mit Granulis vor, weshalb meine Vermuthung dahin geht, dass die Granula entweder thatsächlich verschwinden, oder dass nur die granulafreien Körner in Quellung übergehen. Da aber doch die meisten der normalen Körner Granula besitzen, so scheint erstere Annahme mehr Wahrscheinlichkeit zu besitzen.

Bei der Quellung kann der Durchmesser eines Kornes etwa 10 μ werden. (Taf. 2. Fig. 50.)

Die keulenförmigen Zellen erinnern lebhaft an *Cerithium*; ihr Farbstoff ist viel kräftiger und concentrirter als derjenige der Körner, und es unterliegt keinem Zweifel, dass die dunkle Farbe der Drüse einzig und allein von diesen Zellen bedingt wird, wie dies ja auch bei *Cerithium* der Fall ist.

Aehnlich wie bei *Turbo* oder *Cerithium* ist der Zellinhalt ein fester in Gestalt einer oder mehrerer amorph-feingranulirter Kugeln, die völlig undurchsichtig und compact sind.

46) Cerithium scabrum Oliv.

Diese Schnecke schliesst sich auch hinsichtlich der Leber an das ihr eng verwandte *C. vulgatum* an.

Die Körnerzellen enthalten vielfach gequollene Körner. Die Keulenzellen lassen dieselben Bestandtheile wie *C. vulgatum* erkennen; auch sieht man viele Jugendformen.

47) Cerithium vulgatum Brug.

(Abbildungen: Taf. 3. Fig. 19 u. 20.)

Ueber dieses *Cerithium* hatten wir schon im ersten Theil dieser Monographie (vergl. Theil I. p. 202 ff.) berichtet. Es sind aber noch einige Zusätze und Ergänzungen zu machen.

Die Körnerzellen bieten wenig Bemerkenswerthes. Die Körner sind durchgängig blassbräunlich. Zwillingsformen sind nicht selten. Eigentliche und normale Eiweisskörperchen vermochte ich bei einem Exemplar nicht aufzufinden. An Stelle derselben sah man jedoch grosse, blasse und fast gar nicht glänzende Kugeln, die ganz den Eindruck der sogenannten Vacuolen machen. Unzweifelhaft sind es nur irgendwie modificirte Eiweisskörperchen, was dadurch bewiesen wird, dass andere Exemplare normale Eiweisskörperchen besitzen, während dann die vacuolenartigen Gebilde fehlen.

Besonders massig sind alle diese Zellbestandtheile nicht bei *Cerithium*, weder die Eiweisskörper noch die Körner. Die Zellen sind vielmehr nur mässig dicht angefüllt und enthalten viel plasmaähnliche Substanz.

Viel mehr des Interessanten bieten bei *Cerithium* die Keulenzellen, namentlich deren Jugendformen, über die wir früher nichts haben berichten können.

Der Unterschied zwischen jüngeren und reiferen Formen besteht, abgesehen von demjenigen der Grösse, hauptsächlich darin, dass das Secret bei ersterem noch aus einzelnen kleineren Partikeln besteht.

Auf Taf. 3. Fig. 20 sehen wir solch eine jüngere Zelle resp. deren Secretblase von ca. 13 μ Durchmesser. In ein feinkörniges Plasma eingelagert finden sich mehrere ziemlich kugelförmige Körper, deren Farbe und sonstige Beschaffenheit schon ganz die der reiferen Form ist. Sie bestehen aus einer Masse, die wir am besten als „chokoladenartig" charakterisiren können, da sie fest, brüchig, schon völlig opak und von dunkelsepienbrauner Farbe, oft mit einem grünlichen Schein, ist.

Je mehr nun die Zellen wachsen, um so mehr vergrössern sich die Secretklümpchen, ohne dabei viel zahlreicher zu werden. Sie ballen sich zu einem Klumpen zusammen und werden von einer Hülle umgeben, die denselben Farbstoff, zuerst freilich weniger dicht angehäuft, besitzt. Diese Hüllsubstanz ist also eine verdünntere Ablagerung derselben Materie, welche sich dann mit zunehmender Reife mehr und mehr sättigt, concentrirter wird und sich schliesslich von der ursprünglichen Centralsubstanz nicht mehr unterscheiden lässt. Es ist ein grosser zusammenhängender compacter Klumpen entstanden (vergl. Theil I. Taf. 2. Fig. 40). Hier findet also ein ähnlicher Vorgang statt, wie wir ihn früher schon bei den Cephalopoden kennen gelernt hatten.

Bemerkenswerth ist, dass die jüngeren Secretblasen weiter keine geformten Inhaltsbestandtheile, also kein Fett und keine Eiweissklümpchen enthalten. Beides tritt erst in reiferen Zellen auf, was um so eigenthümlicher ist, als sonst, in den Körnerzellen wenigstens, zuerst ja die Eiweisskörper aufzutreten pflegen.

Die Form des Secretklumpens dieser Zellen passt sich derjenigen der letzteren an. Halbreife Zellen sind mehr oval oder cylindrisch, daher der stets abgerundete Inhalt eiförmig. In den reiferen Zellen ist der Klumpen dagegen birn- oder keulenförmig, d. h. an der dem Lumen der Drüse zugekehrten Seite breit.

Eine Wimperung besitzen beide Zellarten nicht.

Die nunmehr abgehandelte Gruppe der Prosobranchien, die mit *Rissoa* beginnt und mit *Cerithium* endet, schliesst sich scharf gegen die der Muriciden etc., wie auch gegen die anderen Gruppen ab. In keiner Gruppe herrscht wohl eine solche Einheit wie in der letzten, hervorgerufen durch die Beschaffenheit des Secretklumpens der Keulenzellen, die hier am allerersten diesen Namen verdienen, während die Körnerzellen eine ebenso grosse Uebereinstimmung vermissen lassen.

Im Gegensatz zu den übrigen Gruppen finden wir hier überall beide Epithelzellen vor mit alleiniger Ausnahme von *Littorina*. War bei den Lamellibranchiaten, wo ja der Bau der Keulenzellen auch ein gleichartiger ist, der Farbengehalt in beiden Zellarten ein mehr oder weniger gleicher, so finden wir in der *Cerithium*-Gruppe ein starkes Ueberwiegen der keulenförmigen Zellen, deren intensive Färbung überall der Drüse ihre kräftige Farbe verleiht.

48) Aporrhais pes-pelecani L. (Gray.)

Bietet wenig Bemerkenswerthes und nähert sich den Muriciden.

Indem wir nunmehr die Besprechung der Prosobranchien abschliessen, können wir im Allgemeinen auch hier wieder die Regel aufstellen, dass hinsichtlich des Baues der sogenannten Leber zwischen naheverwandten Species grosse Uebereinstimmungen herrschen.

Von den Lamellibranchien unterscheiden sich die Prosobranchien in mehreren Punkten; dort herrscht die grüne Farbe, hier die braune vor; dort ist der Bau der Drüse meist tubulös, hier schwammig u. s. w.

Uebersehen wir die einzelnen Prosobranchien, so finden wir nur eine Zellart, die der Körnerzellen, bei: *Chiton, Patella, Haliotis, Trochus, Clanculus, Mitra, Murex, Nassa, Conus* und *Littorina.*

Prosobranchien, welche in der Mitteldarmdrüse nur Keulenzellen führen, giebt es nicht.

Beide Zellarten finden sich dagegen bei: *Fissurella, Turbo* und der *Cerithium*-Gruppe, nämlich bei *Rissoa, Turitella* und *Cerithium.* Im Allgemeinen kann man daher aussagen, dass bei den Prosobranchien die Körnerzellen dominiren und in der Mehrzahl der Fälle die einzigen sieht, wobei aber nicht zu vergessen ist, dass die Hauptmenge ihres Secretes oft in den Eiweisskörperchen beruht.

4. Ordnung: Opisthobranchiata.

Wir übergehen hier die Heteropoden und Pulmonaten. Von ersteren habe ich nichts Neues zu berichten, da es in Triest an geeignetem Material dazu mangelt; die letzteren sollen bei späterer Gelegenheit behandelt werden.

Wie wir früher schon gesehen hatten, zeigen die Opisthobranchien die grösste Complication hinsichtlich ihres Drüsenepithels. Wir werden ihnen daher auch jetzt wieder eine ganz besondere Aufmerksamkeit widmen müssen.

Tectibranchia.

49) Bulla hydatis L.

(Abbildungen: Taf. 2. Fig. 61; Taf. 3. Fig. 14, 15, 16; Taf. 4. Fig. 34, 38, 39 und 40.)

In Triest hatte ich mehrfach Gelegenheit, Exemplare dieser Schnecke zu erhalten, und zwar sowohl im November wie auch wieder im März.

Im ersten uns vorliegenden Falle interessiren uns die keulenförmigen Fermentzellen ganz besonders. Ihr Inhalt hat in seiner Configuration grosse Aehnlichkeit mit dem an entsprechender Stelle bei *Fissurella.* Er besteht nämlich aus einer grösseren Anzahl hellgoldgelber Secretkugeln, die ganz wie Oeltropfen aussehen, stark glänzen und homogen-klar sind. Im optischen Schnitt ist ihre Anzahl ca. 20 – 25 Stück. In weniger reifen Blasen sind sie etwas kleiner und heller gefärbt, aber mindestens ebenso zahlreich und immer krystallklar (Taf. 4. Fig. 38 und 40). Derartige Secretblasen haben einen

Durchmesser von etwa 11—15 μ. Werden nun die Zellen reifer, so tritt eine Trübung der ursprünglich klaren Kugeln ein (Taf. 4. Fig. 39), wobei sie gleichzeitig dunkler und mehr braun werden. Die einzelnen Kugeln wachsen dabei auch, ohne jedoch an Zahl zuzunehmen. Es tritt eher eine gewisse Verminderung derselben ein, die wohl daher kommt, dass sich mehrere Kugeln durch Zusammenfliessen vereinigen. Sie unterscheiden sich von den sonst ganz ähnlichen Zellen der *Fissurella* dadurch, dass sie ihre Kugelgestalt bewahren und sich gegenseitig nicht abplatten.

Die Zellen enthalten weder Fett noch Eiweissklümpchen, während das erstere wenigstens bei jüngeren Zellen der *Fissurella* der Fall ist.

Diese Verhältnisse stimmen mit den früher bei *Bulla* gefundenen nicht ganz überein, zeigen also, dass auch hier Variationen vorkommen. Früher fanden wir bei *Bulla* nämlich eine blasenartige Form, gefüllt mit einer farblosen, hyalinen Flüssigkeit, in welcher eine Anzahl trüber Kügelchen schwimmen, deren jedes kleine Krümelchen enthält (Theil I. p. 198). In jüngeren Zellen sehen wir eine blasenartige Vacuole, in deren Mittelpunkt 3 bis 6 knollenartige Körper liegen, die deutliche Ringschichtung zeigen.

Eines ganz räthselhaften Befundes ist hier noch Erwähnung zu thun. Beim Zerzupfen des Drüsenpräparates werden nämlich vereinzelte, äusserst intensiv gefärbte, stark glänzende blauviolette Kugeln frei, deren Zugehörigkeit zu irgend einer Zellart nicht ersichtlich ist. (Taf. 2. Fig. 61.) Sie lassen vermuthen, dass sie den Eiweisskörperchen analog sind, wenn sie auch viel Abweichendes bieten. — Wir kommen weiter unten noch darauf zurück.

Bei mehreren anderen der zur Untersuchung gelangten Exemplare bieten die Keulenzellen immer dasselbe Bild, niemals das früher gefundene mit krümeligem Inhalte. Es machen sich höchstens geringe Abweichungen bemerkbar. So giebt es Exemplare, wo die Färbung der Kugeln durchgängig eine dunklere, mehr jodbraune ist, namentlich in reiferen Zellen, deren Durchmesser etwa 18 μ beträgt. Auch hier sieht man weniger Kugeln als in jüngeren Zellen.

Bei einem dieser Exemplare treten wieder die blauvioletten Kugeln auf. Sie gehören übrigens nicht etwa den Kalkzellen an, denn diese enthalten auch hier bei *Bulla* immer farblose Kugeln.

Bei anderen Exemplaren fehlen diese violetten Kugeln; dagegen sieht man zuweilen, wenn auch spärlich, genau ebenso beschaffene von hellazurblauer Farbe. Meist ist davon jedoch nichts zu bemerken.

Die Körnerzellen sind hier im Allgemeinen grösser als die anderen Fermentzellen und enthalten einen kräftigen Farbstoff.

Die Körner sind intensiv dunkelbraun (Taf. 3. Fig. 14 und 16); jüngere sind wie immer etwas heller. Ihr Durchmesser von 4—5 μ übertrifft den der Fermentkugeln in halbreifen Zellen. Sie sind oval-eckig mit runzeliger Oberfläche, doch werden sie durch enggepresstes Aneinanderliegen oft fast cubisch. Der Farbstoff ist fleckig eingelagert. Granula sind selbst mit den stärksten Vergrösserungen nicht zu sehen. Bei diesen Körnern ereignet sich ferner nicht selten dasselbe, was wir schon zu wiederholten Malen bemerkt hatten, nämlich dass die Körner zu einem festgeschlossenen Haufen zusammenbacken (Taf. 3. Fig. 14).

Eigenthümlich ist, dass diese Secretblasen keine Eiweisskörperchen erkennen lassen und im reifen Zustande auch kein Fett.

Etwas anders beschaffen sind jüngere Zellen (Taf. 3. Fig. 13), denn sie haben bedeutend hellere Körner, die unter sich übereinstimmen. Doch giebt es auch Individuen von *Bulla*, wo dies durchgängig der Fall ist.

Diese jüngeren Zellen enthalten ebenfalls keine Eiweisskörper, dafür jedoch eine oft riesige ungefärbte Fettkugel (Taf. 3. Fig. 15), welche mit dem Wachsthum der Zelle verschwindet, denn in reiferen ist sie kleiner oder nicht mehr vorhanden. Noch jüngere Zellen enthalten oft mehr Fett, zuweilen sogar zwei grosse Kugeln. Ihre Fettnatur beweist sich durch ihre Löslichkeit in Fettlösungsmitteln (Terpentinöl etc.).

Die Körnerzellen sind grösser als die Keulenzellen; eine jüngere hat schon etwa 22 μ im Durchmesser.

Kalkzellen sind überall vorhanden; sie enthalten die bekannten farblosen Kugeln.

Eine Wimperung besitzt das Epithel nicht; der Bau der Drüse ist tubulös.

Unter den von mir untersuchten Individuen befanden sich auch winzig kleine, welche nichts Abweichendes zeigten.

Was uns bei *Bulla* am meisten auffallen muss, ist das absolute Fehlen der Eiweisskörper und das bedingte Fehlen des Fettes. Die Keulenzellen enthalten nur die ölartigen Secretkugeln, die Körnerzellen nur ihre Körner. Es bestätigt sich hier also die Regel, dass ein ölartig aussehendes Secret die Eiweisskörper ausschliesst.

50) Doridium tricoloratum Ren.

(Abbildungen Taf. 3. Fig. 17 und 18.)

Die Farbe der Mitteldarmdrüse ist rehbraun und wird, wie noch zu zeigen ist, durch die Keulenzellen beeinflusst.

Die Körnerzellen enthalten stets nur wenig Körner, und oft sind sie ganz frei davon, obgleich ihre Grösse schon eine ansehnliche ist. Der Gehalt an Eiweisskörpern überwiegt hier immer.

Die Körner sind blass-bräunlichgelb mit einem grünlichen Schein. Sie sind sehr gross, isodiametrisch, eckig und stark runzelig. Eine Quellung war nicht zu constatiren, dagegen Jugendformen (Taf. 3. Fig. 18). Ihre Anzahl in einer Zelle beträgt nur 4—8 Stück.

Die Körner zeigen sehr kleine, aber intensiv röthlich glänzende Granula in mässiger Anzahl.

Die Eiweisskörper sind namentlich in den Zellen zahlreich, wo die Körner fehlen (Taf. 3. Fig. 17). Hier liegen sie dicht gedrängt, während sie in den mit Körnern besetzten Zellen etwas spärlicher sind. — Sie sind ähnlich wie die Körner geformt, nämlich runzelig, dabei stark glänzend, ähnlich wie bei *Doriopsis*, und von sehr verschiedener Grösse. Die kleinsten liegen in der Nähe des basalen Kernes, die grössten oben in der Zelle. Man kann also daraus schliessen, dass sie gerade wie die Körner im Fusstheil der Zelle entstehen und beim Wachsen mehr und mehr in die Höhe rücken.

Die Eiweisskörper erscheinen ganz schwach gelblich. In einigen Zellen sieht man im Gegensatz hierzu noch grosse Kugeln von mattem Aussehen und von ganz schwacher rosa Contrastfarbe, wie sie oft den Vacuolen oder Flüssigkeitstropfen eigen ist. Ohne eine Structur zu zeigen, sind sie homogen trübe. Oft sind sie ganz vereinzelt, oft zu mehreren mit Körnern und Eiweisskörpern gepaart (Taf. 3. Fig. 18).

Der Durchmesser einer solchen sofort kugelig werdenden Zelle ist 30 μ.

Die anderen Fermentzellen sind erfüllt mit grossen glänzenden, öltropfenartigen Kugeln, ähnlich wie bei *Bulla*. Diese sind ganz klar und von schöner gelbbrauner Farbe. Hiervon rührt auch die Farbe der ganzen Leber her, und ihr Gehalt an Farbstoff überwiegt den der Körnerzellen bei weitem, da diese ja nur spärliche blasse Körner aufweisen.

51) Philine aperta L. (Asc.)

(Abbildungen: Taf. 4. Fig. 27 und 28.)

Von dieser Nacktschnecke konnte ich nur einige Exemplare im März untersuchen. (Triest.)

Das Epithel ist bewimpert.

Die Keulenzellen sind sehr zahlreich und deutlich. Ihr Inhalt ist ein höchst eigenthümlicher und erinnert an den von *Acera bullata*, wie wir noch sehen werden. Er besteht aus einzelnen, eng gedrängt liegenden Kügelchen von fester Substanz, die ganz fein und dicht radiär gestreift sind (Taf. 4. Fig. 27). Sie sind genau kugelig, grünlich- oder bräunlichgelb und stark glänzend. Die kleinern von ihnen zeigen weiter keine Structur; die grösseren aber haben noch eine concentrische Ringschichtung (Taf. 4. Fig. 27), was ich früher schon von *Tethys* berichtet hatte (vergl. Theil I. Taf. 2. Fig. 56).

Die Form der Zellen resp. der Secretblasen ist eine eirunde (Taf. 4. Fig. 28) bis keulige. Sie sind dicht vollgepfropft, so dass die grösseren Kugeln am breiteren, die kleineren am spitzeren Fussende liegen. Es herrscht hier also dieselbe Entstehungsweise wie bei dem Inhalte der Körnerzellen.

Neben diesen Zellen kommen jedoch noch ganz andere vor, die aber ebenfalls zur Klasse der keulenförmigen gehören und einen uns schon bekannten Inhalt besitzen. Dieser ist nämlich ganz wie der von *Bulla* beschaffen (vergl. Taf. 4. Fig. 38), abgesehen von der Farbe, die hier mehr rothbraun wie in Fig. 34. Taf. 4 ist. Die Grösse dieser öltropfenartigen Kugeln ist etwa dieselbe wie die der radiär gestreiften.

Uebergänge oder Zwischenglieder von der einen Zellform zur anderen konnte ich nicht finden.

Auch in diesen Keulenzellen, seien sie von der einen oder der anderen Art, fehlen die Eiweisskörperchen.

52) Cylichna truncata Mont.

Von dieser kleinen Nacktschnecke erhielt ich mehrere Exemplare während des August in Kiel; sie stammten aus der Nähe des Bülker Leuchtthurms.

In den Körnerzellen fallen uns zunächst die grossen farblosen Fettkugeln auf; ausserdem sind einige kräftig braun gefärbte Körner, welche mit denen von *Acera bullata* (s. d.) übereinstimmen, vorhanden. Sie sind ziemlich gross, kugelig und runzelig und enthalten zahlreiche grosse braune Granula.

Die Keulenzellen ähneln wieder denen von *Philine* und *Acera* (vergl. Taf. 4. Fig. 25). Sie besitzen ebenfalls die radiär gestreiften Kugeln, die hier mehr grün, trübe und undurchsichtig sind. Im Gegensatz zu *Philine* sind hier aber andere Zellformen nicht zu finden. Auch sie entbehren der Eiweisskörperchen.

53) Acera bullata Müll.

(Abbildungen Taf. 3. Fig. 21; Taf. 4. Fig. 24, 25, 26, 29—33.)

Untersucht wurden hiervon mehrere Exemplare aus Kiel im Juni und August.

Das erste, ganz frisch gefangene Exemplar hat eine völlig dunkelbraune Leber.

Die Körnerzellen sind ganz ähnlich denen von *Bulla*. Die Körner sind jedoch etwas heller und enthalten Granulationen, die wahrscheinlich den Granulis entsprechen. Sie sind runzelig, isodiametrisch und backen oft zu mehreren zusammen.

In den Körnerzellen sieht man zuweilen grosse farblose Fettkugeln in geringer Anzahl. Die jüngeren Körner sind heller gefärbt, lassen die Granulationen jedoch schon erkennen.

Die Keulenzellen gehören dem Typus an, den wir schon bei *Fissurella* und *Bulla* angetroffen haben. Die darin enthaltenen Kugeln sind kräftig braun gefärbt und leuchten stark. Es finden sich jüngere Zellen mit zahlreicheren kleinen Kugeln und ältere mit wenigen grossen (Taf. 4. Fig. 33). In dieser Figur zeigt die Zelle nur noch zwei Secretkugeln, die sich an der Berührungsfläche abgeplattet haben. An der Basis der Zelle gewahrt man den winzig klein gewordenen Kern.

Die letzteren Fermentzellen sind viel spärlicher als die Körnerzellen. Eine Wimperung ist nicht wahrzunehmen.

Auch das zweite hier zu nennende Exemplar hat eine dunkelbraune Drüse.

Die Körnerzellen überwiegen gleichfalls. In Taf. 3. Fig. 21 sieht man eine Jugendform. Hierin fällt uns am meisten der riesige Kern auf, dessen Gerüst undeutlich, dessen zwei Nucleolen aber scharf hervortreten. Das Plasma erscheint grobkörnig und enthält hier erst zwei kleine, mässig braune Körner. In reiferen Zellen sind die Körner viel grösser.

Die zweite Zellart bietet viel Interessantes. Sie tritt wieder in den beiden uns schon bekannten Formen auf, nämlich erstens mit den radiär gestreiften Kugeln wie bei *Philine* in Taf. 4. Fig. 27 und 28 und zweitens mit etwa ebenso grossen öltropfenartigen Kugeln wie bei *Bulla* in Taf. 4. Fig. 39.

In Taf. 4. Fig. 32 sehen wir eine jüngere Zelle der ersteren Form, die sich wieder durch ihren riesigen Kern hervorthut. Er entspricht völlig dem der jungen Körnerzelle (Taf. 3. Fig. 21), lässt aber ausser den Nucleolen noch ein Maschenwerk sehen. In dem gleichfalls grobgranulirten Plasma bemerkt man ferner einige kleine, bereits radiär gestreifte Kügelchen, deren Färbung schon so intensiv wie die der grossen ist. Sie entstehen als kleine winzige Pünktchen und lassen bereits ganz früh die radiäre Streifung erkennen.

Hatten wir bei den bisher besprochenen Opisthobranchien nur höchstens zwei verschiedene Formen der Keulenzellen kennen gelernt, so zeigt dieses Individuum von *Acera* noch weitere Complicationen, indem hier zuerst diejenigen Zellen auftreten, welche wir früher schon als „Krümelzellen" bei *Aplysia*, *Doris* und den Cephalopoden gefunden hatten (vergl. Theil I. Taf. 1. Fig. 20, 23, 31 und Taf. 2. Fig. 46, 59, 81 und 97). — Taf. 4. Fig. 30 zeigt uns eine etwa halbreife Zelle, in deren immer noch grobkörnigen Plasma zwei verschieden grosse blasenartige Secretkörper von elliptischer Form liegen. Sie enthalten eine hellgrüne, aber nicht wie Fett leuchtende Flüssigkeit, in deren Centrum man einige kleine, etwas kräftiger grüne Krümel bemerkt.

Eine andere grössere Secretkugel (Taf. 4. Fig. 29) ist noch schwächer gefärbt und demzufolge noch weniger stark lichtbrechend, enthält aber dafür mehr der grünlichen Krümel. Es giebt noch allerhand Zwischenstufen innerhalb des Begriffs der Krümelzellen, dahingegen wollte es mir bei diesem Individuum nicht gelingen, Uebergänge zu den anderen Zellformen zu finden.

Das dritte Individuum von *Acera* besass merkwürdiger Weise keine Zellen mit öltropfenartigem Inhalt. Am meisten treffen wir hier grosse, matt aussehende Blasen, wie in Fig. 29. Taf. 4 mit Krümeln, ausserdem aber noch Zellen mit radiär gestreiften Kugeln, die aber nun nicht frei in ihrer Zelle, sondern wie die Krümel, in einer vacuolenartigen Blase liegen. Dies zeigt uns Fig. 24. Taf. 4. Es ist dies also gewissermassen ein Uebergang zu den Krümelzellen hin, indem in beiden Fällen eine vacuolenartige Blase vorliegt. Diese Blasen gehen leicht zu Grunde, so dass dann die radiär gestreiften Kugeln frei schwimmen.

Neben diesen Zellen trifft man nun noch andere, welche gleichfalls Zwischenformen darstellen. Sie enthalten eine Blase mit einer ganz schwach gefärbten Flüssigkeit gefüllt, in deren Innerem sowohl eine radiär gestreifte Kugel, wie auch eine Anzahl von Krümeln schwimmen. Beide Gebilde stimmen in ihrer Färbung überein (Taf. 4. Fig. 25). Eine andere ähnliche Secretblase sehen wir in Fig. 31. Taf. 4; sie ist fast ganz farblos, enthält aber zahlreiche gelbgrüne Krümel und zwei kugelige Concretionen von derselben Farbe.

Die radiär gestreiften Kugeln fanden wir zuerst gemeinsam in einer grossen Blase oder unmittelbar in der Zelle liegend (Taf. 4. Fig. 28); dann fanden wir sie einzeln in je einer blass gefärbten Blase schwebend, die zu mehreren vereinigt die Zelle erfüllen (Taf. 4. Fig. 24). In einer jungen Zelle sahen wir sie freiliegend (Taf. 4. Fig. 32). Schliesslich aber giebt es noch halbreife Zellen, die eine schon ziemlich kräftig gefärbte Blase umschliessen, in deren Innerem mehrere kleinere und grössere Concretionen vorhanden sind. Die kleinsten von ihnen gleichen denen in der zuerst besprochenen jungen Zelle (Fig. 32) und haben auch schon die intensive Färbung und die radiäre Streifung.

Die Körnerzellen enthalten bei diesem Individuum ganz dunkelbraune Körner.

Auch ein ganz junges Individuum von etwa 3,5 mm Länge besitzt schon kräftig braune Körner. Von den Keulenzellen ist hier aber nur die ursprüngliche Form mit dem öltropfenartigen Secrete anzutreffen.

Ein anderes, ebenfalls junges Exemplar enthält in seinen Körnerzellen grosse lebhaft gelb gefärbte Fettkugeln, die fast so aussehen, wie das goldig gelbe Secret der Keulenzellen.

Dasselbe lässt sich bei einem anderen gleichfalls sehr jungen Individuum beobachten, wo neben den gelben Fettkugeln ganz intensiv braune Körner liegen.

Bei diesem Thiere findet man meist Keulenzellen mit gelben, gleich grossen Kugeln, die aber nicht einen klaren, sondern trüben Inhalt haben. Ferner giebt es vereinzelte Zellen mit mehreren dunkelbraunen, glänzenden Kugeln, die krystallklar sind.

Zellen mit radiär gestreiften Kugeln sind seltener. Die meisten von ihnen ähneln der in Fig. 24. Taf. 4 dargestellten, so dass also die Kugeln in heller gefärbten Blasen liegen.

Ausserdem aber tritt hier noch eine neue Erscheinung auf, indem es nämlich Zellen giebt, welche nur solche Blasen ohne irgend welchen weiteren Inhalt besitzen. — Schliesslich sei noch bemerkt, dass Zellen mit krümeligem Inhalte hier nicht auftreten.

Schon wiederholt ist darauf hingedeutet worden, dass in Keulenzellen mit öltropfenartigem Inhalte keine Eiweisskörperchen erscheinen. Dies gilt nun auch für *Acera*, und zwar mit der Erweiterung, dass auch die anderen Zellformen keine solche Gebilde besitzen. Ja, selbst den Körnerzellen fehlen dieselben (Taf. 3. Fig. 21), so dass hier ein weiterer Fall vorliegt, gerade wie bei *Arca Noae*, wo keine Eiweisskörperchen vorhanden sind.

Die Secrete beider Zellarten, der Körner- wie der Keulenzellen, sind intensiv gefärbt. Die Körner sind jedoch viel dunkler, weshalb sie es sind, welche der Drüse ihre Gesammtfärbung verleihen.

Von den bisher besprochenen Hinterkiemern haben wir die weitgehendsten Complicationen bei der letzten, bei *Acera*, gefunden. Im Uebrigen herrschen grosse Uebereinstimmungen unter ihnen, welche darin gipfeln, dass die Keulenzellen überall einen gemeinsamen Typus haben, den mit den öltropfenartigen Kugeln. Meist herrscht er vor, und ausschliesslich treffen wir ihn bei *Bulla*, während wir bei den Neapeler Exemplaren auch die anderen Typen vorfanden, gerade wie auch bei *Doridium*. Der Typus mit den radiär gestreiften Kugeln kommt noch hinzu bei *Philine*, *Cylichna* und *Acera*, und den Typus mit einem krümeligen Inhalt haben wir bei der letzteren zu constatiren.

Auch die Körnerzellen haben viel Gemeinsames. — Meist sind die Körner kräftig braun, so bei *Bulla, Philine, Cylichna* und *Acera.* Nur *Doridium* hat abweichende Körner. In der Regel fehlen ferner die Eiweisskörperchen, so bei *Bulla* und *Acera*, während sie bei *Doridium* sehr entwickelt sind.

54) Aplysia punctata Cuv.

Ueber diese Nacktschnecke ist früher schon so ausführlich berichtet worden, dass nur noch wenig hinzuzufügen ist. — Ich untersuchte ein sehr junges Exemplar. — Die Körnerzellen waren wie gewöhnlich. Abweichend aber waren die Keulenzellen, denn sie enthielten feste, compacte, undurchsichtige und dabei klumpige Körper von gelbgrüner Farbe, wie ich sie hier noch nicht bemerkt hatte.

Dermatobranchia.

55) Doris tuberculata Cuv.

(Abbildungen: Taf. 1. Fig. 8, 18, 23, 24, 25, 28; Taf. 4. Fig. 51 bis 54, 56 und 57.)

Es ist eine höchst eigenthümliche und bis jetzt gar nicht irgendwie zu erklärende Einrichtung, dass unter den Mollusken die Mitteldarmdrüse der einen ein höchst einfaches wenig complicirtes Epithel führt, während die der anderen das gerade Entgegengesetzte zeigt. Eine weitere, ebenso eigenthümliche Einrichtung besteht darin, dass innerhalb einer und derselben Species so weitgehende Variationen herrschen. Dies bezieht sich, wie wir schon gesehen, auf *Fissurella,* und, wie im ersten Theile dieser Mikrographie (l. c. p. 127, 131, 132 etc.) schon besprochen, auf die Doriden, von denen wieder *Doris tuberculata* die erste Stelle einnimmt.

Um die Widersprüche zu heben und die Unklarheiten zu lüften, welche unsere Kenntniss von der Leber dieser *Doris* noch bedeckten, habe ich in Triest eine ganz besondere Sorgfalt auf diese Species verwandt. Leider konnte ich aber meine Absicht nicht zu dem gewünschten Erfolge führen, zumal sich, je weiter ich nachforschte, immer neue Complicationen herausstellten.

Die Untersuchung begann ich im October und November und setzte sie im März und April an einer grösseren Anzahl von Exemplaren fort.

Schon das zuerst untersuchte Exemplar überraschte durch das Aussehen seiner Körnerzellen, welche hier neben den Körnern graue Kugeln

enthalten (Taf. 1. Fig. 25), wie wir sie später noch bei *Doris marmorata* wiederfinden werden. Diese grauen Gebilde entsprechen den blauen Kugeln, die wir früher bei dieser Species gesehen hatten. Es sind nur anders gestaltete Eiweisskörperchen. Sie sind völlig kugelig und von etwas verschiedener Färbung, grünlich-grau bis schwarzfleckig.

Von den keulenförmigen Fermentzellen fand ich hier sehr viel Jugendformen, oft mit krümeligem Inhalte. Sie enthalten einen riesigen Kern und werden sofort kugelig. Ihr Durchmesser ist etwa = 13 μ, der des Kernes = 6 μ. Dieser lässt noch ein undeutliches Netzwerk erkennen. Das Plasma ist homogen und enthält zwei oder drei kleine kräftig braune Krümel (Taf. 4. Fig. 53).

Etwas häufiger sind hier reifere Zellen, deren Inhalt dem Bläschencharakter angehört (Taf. 4. Fig. 52). Auch diese Zellen werden noch leicht kugelig, trotzdem sie schon erheblich grösser als die erstgenannten sind. Ihr Durchmesser ist nämlich = ca. 20 μ; derjenige der darin enthaltenen Blase = ca. 17 μ. Hier ist das Plasma ebenfalls fast völlig homogen. Die Secretblase ist hellgelb und nur mattglänzend; sie enthält zweierlei Gebilde nämlich 1) lange, schmale, goldgelb gefärbte Krystallstäbe, welche sie in allen Richtungen durchkreuzen; sie sind stets gleichmässig dünn, aber verschieden lang; 2) enthält die Blase hier zwei verschieden grosse öltropfenartige Kugeln von derselben goldgelben Farbe.

Es giebt aber auch Zellen von demselben oder etwas grösserem Durchmesser mit riesigem Kern, aber ohne Secretblase. Das Secret liegt vielmehr unmittelbar in der Zelle in Gestalt längerer oder kürzerer dünner Krystallstäbe von gelber Farbe, die ganz denen in Fig. 52 gleichen. Auch hier sind sie alle von derselben Dicke, aber einige so kurz, dass sie kaum länger als breit sind.

Etwas andere Verhältnisse liess ein zweites Individuum wahrnehmen. Die Farbe der Mitteldarmdrüse ist hier eine orange-rothe. Auch der Darminhalt, welcher fast ausschliesslich aus Kieselschwämmen besteht, hat genau dieselbe Farbe, so dass man nicht zu sagen weiss, ob diese mehr von dem Secret der Leberzellen herrührt oder die eigene Färbung der Spongien darstellt. — Der dem frisch gefangenen Thiere abgegangene Koth besteht zum grössten Theile aus diesen Spongien, neben welchen sich einzelne farbige

Körner aus der Drüse zeigen. Nach kurzem Fasten werden die ersteren Bestandtheile spärlicher, und es lassen sich nur noch fast ganz unveränderte Körner nachweisen.

Die Körnerzellen enthalten hier fast völlig farblose Körner, deren Gestalt die gewöhnliche runzelige ist. Die darin enthaltenen Granula sind schöne grosse rothleuchtende Kugeln, oft zu 15 bis 25 Stück in einem Korn, dies fast ganz ausfüllend. Es finden sich grosse und kleine Granula zusammen vor; selten sind sie irgendwie gleichmässig vertheilt, meist aber in Perlschnurform aneinandergereiht (Taf. 1. Fig. 23 und 24). Eine grosse Zahl der Körner ist gequollen (Taf. 1. Fig. 23). Sie stellen dann eine farblose Kugel dar, welche die unveränderten Granula umschliesst. — Abgesehen endlich von einer leichten wolkigen Trübung in den Körnern sind die Granula hier ihre einzigen Einschlüsse.

Als andere Bestandtheile der Körnerzellen treten hier ferner runde, ovale oder ähnlich gestaltete dunkelgraue Tropfen auf, die in ihrer Gestalt ganz erheblich von den uns schon bekannten farbigen Kugeln abweichen. Oft beherbergen sie in ihrem Innern noch einen grossen Krystall, der sogar mit seinen beiden Enden weit aus ihnen herausragen kann. Nichtsdestoweniger müssen wir diese Gebilde den Eiweisskörpern zuzählen.

Viel spärlicher sind nun die anderen Fermentzellen. Ihre Jugendformen enthalten in diesem Falle keine Krystalle, sondern nur mattgelb gefärbte Bläschen. Eine derartige Zelle sieht man in Fig. 56. Taf. 4. Der Durchmesser der Kugel ist etwa $= 17\ \mu$, ihr Kern ist ziemlich klein ($d = 6\ \mu$), doch lässt er ein sehr deutliches Netzwerk hervortreten. Das Plasma der Zelle ist feinkörnig. Darin eingebettet schwimmt eine grosse, matt aussehende, blassgelbe Blase, welche drei gleich grosse, stärker gelb gefärbte Kugeln einschliesst.

Wieder anders ist es bei einem neuen Exemplar. — Die Leber ist hier gleichfalls orange-roth, dabei sehr weich und schmierig-fadenziehend.

Die Körnerzellen enthalten gelbliche Körner von länglicher Form (ca. $7{,}5\ \mu$) und stark runzeliger Oberfläche. Im Inneren führen sie kleine dunklere Flecken und, wie bei dem vorhergehenden Individuum, grössere und kleinere intensiv rothe Granula (Taf. 1. Fig. 28). Es ist dies der am intensivsten gefärbte Bestandtheil der ganzen Drüse, und es ist zweifellos,

dass deren orange-rothe Farbe von diesen Granulis hervorgerufen wird. — Sie sind aber nicht der einzige Inhalt der Körner. Diese umschliessen vielmehr stets noch einige Krystallstäbe, die wahrscheinlich, wie die Körner, gelb gefärbt sind.

Nun kommt noch eine andere Erscheinung vor. Ganz so, wie wir früher bei *Doris tuberculata* die farbigen Körner von den blauen Kugeln eingehüllt gesehen hatten (Theil I. p. 132 etc.), so treffen wir jetzt Körner, die in einer blasenartigen, farblosen oder leicht rosarothen Kugel liegen (Taf. 1. Fig. 24). Ihr Durchmesser ist etwa 10 μ, also nicht sehr viel mehr als derjenige des Kornes. Ihr flüssiger Inhalt ist ganz homogen klar, doch glänzen sie nur wenig. Ob sie wirklich rosa gefärbt sind, oder ob dies nur eine Contrast- oder Brechungserscheinung ist, vermag ich nicht zu entscheiden.

Eiweisskörper oder blau resp. grau gefärbte Kugeln fehlen diesem Individuum völlig. Es ist daher klar, dass diese blassen Kugeln ihnen entsprechen. Die in ihnen liegenden Körner waren stets ganz unverändert.

Im Gegensatze zu den Körnerzellen bieten die Keulenzellen nichts Auffälliges. Vielfach sieht man jüngere Zellen, deren Plasma unmittelbar die dünnen gelben Krystallstäbe einschliesst wie in Taf. 4. Fig. 51. Dann giebt es auch Zellen mit gelben vacuolenartigen Kugeln wie in Taf. 4. Fig. 56. Häufiger sind hier aber noch halbreife Zellen, in deren feinkörnigem Plasma vertheilt eine Anzahl kleiner, verschieden grosser, mässig gelber Kugeln liegen, die ebenso blass gelb sind (Taf. 4. Fig. 57), also nicht dem Typus des öltropfenartigen Secrets angehören. Ihr Durchmesser ist etwa 18 μ, derjenige der grösseren Kugeln ca. 5 μ. Während man an reiferen Zellen noch die Flimmerung wahrnimmt, die freilich rasch verschwindet, so sind jüngere und ganz junge Zellen frei davon, was ja auch nicht anders sein kann, da sie mit ihrer Spitze noch nicht die Oberfläche des Epithels erreicht haben.

Eine der kleinsten Zellen sehen wir in Taf. 4. Fig. 54. Auch sie führt kleine blassgelbe Kugeln und einen grossen Kern, dessen Durchmesser etwa 3,5 bis 4 μ, während derjenige der Zelle ca. 8,5 μ ist. Zum Unterschied von der grösseren Zelle in Fig. 57 ist das Plasma hier fast ganz homogen.

In dem Epithel dieses Exemplares überwiegen die Zellen mit den hellgelben Bläschen. Ganz fehlen Krümelzellen, und Zellen mit öltropfenartigem Inhalt sind selten und spärlich.

Eiweisskörperchen und Fett mangelt allen diesen Zellen völlig.

Ein anderes Exemplar von dieser *Doris,* das Anfangs November zur Untersuchung kam, besass eine tiefdunkle braunschwarze Leber, deren Farbe zum grossen Theile von der Anwesenheit der grauen Kugeln herrührt, die hier ganz massenhaft sind. Ihre Färbung ist stellenweise eine fast schwarze, meist aber eine graue mit dunkleren Trübungen und Flecken. (Taf. 1. Fig. 25).

Der sonstige Inhalt der Körnerzellen besteht wieder aus ganz blassen Körnern, welche grosse glänzende orangerothe Granula aufweisen.

Die Keulenzellen bieten nichts Neues, doch tritt ihr Reichthum an Farbstoffen gegen den der anderen Fermentzellen bedeutend zurück.

Anfangs März 1886 nahm ich die Untersuchung der Mitteldarmdrüse von *Doris tuberculata* wieder auf.

Das erste Individuum hat eine bräunlich-orangerothe Mitteldarmdrüse. Der Mageninhalt besteht aus orangefarbenen Spongien und zahlreichen Körnern. Beides findet sich im Koth wieder, doch sind vielfach freie oder nur noch lose zusammenhängende Granula zu sehen, so dass man annehmen muss, die Körner seien im Darmkanale untergegangen.

In der Drüse selbst überwiegen die Körnerzellen. Ihre Wimperung ist eine sehr deutliche, geht aber schnell zu Grunde. Die Körner sind etwas verschiedenartig. Zuweilen sind sie orangebräunlich, meist aber fast farblos und enthalten immer grosse rothe, prächtig leuchtende Granula, von denen sich auch hier die Gesammtfärbung der Drüse herleitet.

Oft ist in den Zellen nur die Körnermasse zu sehen. Vereinzelt erscheinen dann noch völlig farblose Kugeln mit langen ebenfalls farblosen Krystallstäben. Farbige Kugeln, seien es blaue oder graue, sind hier nicht vorhanden. Jene Krystallstäbe können dann auch frei in der Zelle liegen.

Die spärlicheren Keulenzellen besitzen ein Secret, welches in der Mitte steht zwischen dem öltropfenartig glänzenden und dem vacuolenartigen blassen. Die Färbung ist eine hellgelbe, der Glanz der einzelnen Kugeln geringer als beim Fett. Auch die jüngeren Zellen besitzen einen ebenso beschaffenen Inhalt.

Eine Mitte März frisch gefangene *Doris* besass eine hellrostbraune Drüse von schwammigem Bau.

Die Körner sind hier hellröthlich mit gelbem Schein, erfüllt wieder von grossen rothen Granulis. Die Körner sind auffallend gross, wie angequollen.

Nicht selten sieht man grosse, ganz farblose Kugeln, die gleichfalls rothe Granula beherbergen. Es ist nun fraglich, ob dies verblasste gequollene Körner oder ungefärbte Eiweisskugeln sind, welche die Körner mit den Granulis in sich aufgenommen haben. Es lassen sich aber weder blaue noch sonstwie gefärbte Kugeln noch Eiweisskörperchen oder dergleichen auffinden, die auf die letztere Annahme hindeuten würden.

Im Fusstheil der Körnerzellen häufen sich ganz kleine Fettkügelchen an, welche den Kern gerade noch durchschimmern lassen. Die Wimperung geht leicht zu Grunde.

Das nun folgende Exemplar ist ein sehr junges von hellorangerother Farbe, welche Farbe fast ohne Nuance auch der Leber zukommt. Die Verhältnisse sind den oben geschilderten ganz ähnlich. Doch treten hier wieder farblose Eiweisskörper mit Krystallstäben auf. Sie überwiegen die Körner und sonstigen Drüsenbestandtheile bei Weitem.

Manche der Eiweisskörper, die völlig homogen sind, haben noch Kugelform und enthalten nur einen kleinen Krystall, den sie entweder ganz umschliessen oder beiderseits herausragen lassen. Dabei wird aber oft ihre Gestalt völlig verändert, indem sich die von dem spiessförmig verlängerten Krystalle durchbohrten Seiten mit diesem Krystalle verlängern und ausziehen.

Manche dieser Eiweisskörper haben auch ein farbiges Korn aufgenommen, ähnlich wie in Fig. 24, Taf. 1. Dann aber giebt es auch Eiweisskörper, die ausser einem oder mehreren Krystallen eine Gruppe von rothen Granulis enthalten, welche unzweifelhaft von den zu Grunde gegangenen Körnern herrühren.

Viele der Körnerzellen enthalten völlig normale Körner und ausser den kleinen Fetttröpfchen weiter nichts (Taf. 1. Fig. 18). Die Körner füllen die Zellen ganz aus. Sie sind ziemlich kräftig orangebräunlich gefärbt und besitzen zweierlei Inhaltsbestandtheile, nämlich erstens grosse rothe Granula und zweitens ebenso gefärbte und gleichfalls stark lichtbrechende krystallartige Stäbe. Andere Zellen, und zwar meistens grössere, zeigen sowohl Körner, wie auch die Eiweisskörper mit ihren Krystallen.

Die keulenförmigen Zellen sind auch hier viel spärlicher und kleiner. Ihr secretorischer Inhalt hat nichts Besonderes an sich.

Das letzte hier zu nennende Individuum von *Doris tuberculata* schliesst sich den vorigen an. Die Körnerzellen führen zunächst grosse hellrothgelbe

Körner mit grossen rothen Granulis und daneben vereinzelt graue Klümpchen oder ganz farblose Eiweisskörper. Nur ganz selten trifft man in denselben Krystallnadeln an.

Ehe wir das hier über *Doris tuberculata* Mitgetheilte zusammenfassen, ollen noch einige andere Species von *Doris* besprochen werden, da sie zum Theile ganz ähnliche Erscheinungen darbieten.

56) Doris Johnstonii Ald. & H.

Das zuerst untersuchte Thier vom November ist fast ganz farblos, während die Leber hellgraugelb ist. Die Epithelzellen zeigen eine lebhafte Wimperung.

Die Körnerzellen enthalten nur spärliche farbige Körner von blasser Farbe. Auch die Granula sind spärlich und klein, daher schwer zu erkennen. Es mögen wohl 5—10 Stück im Korne sein. Die gleichzeitig vorhandenen Eiweisskörper sind farblos, ziemlich stark glänzend und etwas runzelig. Ausserdem führen die Zellen sehr viel gleichgrosse farblose Fettkügelchen.

Viel spärlicher sind die Keulenzellen. Auch sie sind wie die vorigen Zellen bewimpert. Wenn sie sich, was sehr leicht geschieht, zur Kugel runden, so schlagen die Wimpern noch eine Zeit lang fort. Als Secret enthalten die Zellen eine blasenartige Kugel von blassgelber Farbe, die mit derjenigen der Körper so ziemlich übereinstimmt.

Ein ganz anderes Bild zeigt ein Ende März untersuchtes Thier. Seine sehr weiche und zerfliessliche Mitteldarmdrüse ist von dunkelrothbrauner Farbe mit einem Schimmer ins Purpurrothe, während das Thier selbst sehr hell gefärbt ist.

Dementsprechend führen die Körnerzellen ganz zahlreiche Kugeln von intensiv rothvioletter Farbe, neben denen nur spärliche Körner auftreten. Diese sind hellgelblich, stark runzelig, ziemlich klein mit winzigen, fast schwarz erscheinenden Granulis, die recht zahlreich sind. Krystallnadeln etc. fehlen völlig.

Die Keulenzellen bieten nichts Besonderes.

Eine interessante Beobachtung konnte ich bei einem hungernden Exemplare machen. Eines Tages warf es durch den Mund Darminhalt aus, der sich nur noch aus Leberbestandtheilen zusammensetzte. Er enthielt besonders viele

fast ganz unveränderte Körnerzellen, resp. deren Secretballen, angefüllt mit violetten Kugeln. Daneben fanden sich ebenso unveränderte Keulenzellen mit gelbem Inhalte und einem noch gut zu erkennenden ganz kleinen Kerne.

57) Doris marmorata Brgh.

(Abbildungen: Taf. 1, Fig. 10, 11, 20, 21, 22, 26 und 27.)

Das erste hier untersuchte Exemplar hat eine orangerote Grundfarbe und ist oben dunkelbraun gezeichnet. Ganz ähnlich, nur etwas dunkler, ist die Leber gefärbt.

Die Körnerzellen fallen durch eine Eigenthümlichkeit auf, die wir früher bei einer Verwandten, nämlich *Doris argus*, constatirt hatten (Theil I. Taf. 1. Fig. 3). Sie enthalten freiliegende, d. h. weder in Körnern noch in Eiweisskugeln eingeschlossene Kryställchen und zugespitzte Krystallstäbe, welche farblos und starkglänzend sind (Taf. 1. Fig. 11). Manche von ihnen sehen in Seitenansicht linsenförmig aus. Oft sind mehrere, zwei, drei oder mehr Stäbchen seitlich verschoben aneinander gelagert. In jüngeren Zellen fehlen sie.

Die Körner sind ganz intensiv dunkelzinnoberroth gefärbt (Taf. 1. Fig. 21 und 22) und von stark runzeliger Oberfläche. Ihre Länge ist etwa = 7 μ. Sie enthalten dunklere schwärzlichbraune Flecken und sehr spärliche kleine, aber hellaufleuchtende Granula, deren Farbe fast mit der des Kornes übereinstimmt.

Schon kleinere Körner und solche in jüngeren Zellen sind ebenso feurig roth gefärbt. Immer aber sind sie recht sparsam, in jüngeren in Anzahl von 2—4 (Taf. 1. Fig. 21), in reiferen von 8—12 Stück. Krystalle etc. sind darin nicht zu finden.

Jüngere Zellen enthalten ganz normale, runzelige und farblose Eiweisskörper in sehr geringer Zahl (Taf. 1. Fig. 21), welche etwa die Grösse der rothen Körner besitzen. In reiferen Zellen fehlen sie. Dafür treten aber, und zwar auch schon in jüngeren Zellen, farbige, mehr kugelige Körper auf. Jede normale Zelle führt sie. Meist sind sie in grösserer Menge vorhanden und zahlreicher als die rothen Körner oder die Eiweisskörper. Bei unserem Individuum haben sie eine hellgelbbraune Färbung von mattem Glanze und fleckigtrüber Vertheilung. In der Form halten sie die Mitte zwischen einem

runzeligen Körperchen und einer farbigen Kugel; sie sind fast isodiametrisch, nicht mehr runzelig, aber etwas eckig. Ihre Dimensionen überragen die der Körner sowohl, wie auch der normalen Eiweisskörper ganz bedeutend. So messen sie etwa 6—10, sogar 12 μ. Besondere Einschlüsse, wie Krystalle etc., mangeln ihnen hier.

Von ihren secretorischen Bestandtheilen sind die Zellen meist dicht erfüllt, so dass man vom Plasma nur noch wenig wahrnimmt. Unterhalb des sehr deutlichen Wimpersaumes liegt immer eine Lage feinkörnigen Plasmas (vergl. Taf. 1. Fig. 11). Im Fusstheile der Zelle wird der Kern von kleinen Fettkügelchen eingehüllt. In jungen Zellen ist er gross und hat ein weitmaschiges Netzwerk.

Die andere Art unserer Fermentzellen ist bei diesem Individuum viel spärlicher und fällt wenig auf. Ihr Inhalt besteht aus einem schwach gefärbten hellgelbbraunen Kugelklumpen, der in seinem Aussehen eine gewisse Aehnlichkeit mit dem gelben Inhalt der Körnerzellen hat.

Ein zweites Individuum dieser *Doris*, das ich wenige Tage später im November erhielt, besitzt gleichfalls die Körnerzellen in der Ueberzahl, und diese enthalten ebensolche Krystalle. Es macht sich dabei nur eine kleinere Abweichung bemerkbar, nämlich, dass hier und da eine Anzahl dieser Krystalle von einer gemeinsamen kugeligen, blasenartigen Hülle (Taf. 1. Fig. 20) umgeben sind. Dabei finden sie sich aber auch zerstreut im Plasma zwischen den anderen Inhaltsbestandtheilen der Zellen vor.

Im Gegensatze zu dem oben besprochenen Exemplare sind die Körner hier blass orangegelb (Taf. 1. Fig. 11 und 27), fast kugelig, jedoch etwas runzelig und ziemlich stark glänzend. Da sie oft ca. 10 μ im Durchmesser haben, so ist ihre Grösse also ganz bedeutend.

An Inhaltsbestandtheilen sind die Körner auffallend reich. Zunächst sieht man in ihnen ziemlich kleine und spärliche Granula, welche an Grösse und Zahl mit den bei dem vorigen Individuum beobachteten übereinstimmen. Ihre Farbe ist aber eine mehr rothbraune. Daneben treten noch ähnlich gefärbte, aber nicht so stark leuchtende Flecken auf, und andere, die einfach grau erscheinen. Ausserdem gewahrt man noch längere und kürzere, dünne, krystallartige Stäbchen und schliesslich farblose, kurze und breite Krystallstäbchen und runde, gleichfalls farblose Körperchen, die in Grösse und Form

den Granulis ähneln. Diese letzteren Kryställchen sind viel kleiner als die oben erwähnten freiliegenden und sind auch sonst im Aussehen von diesen verschieden. Jedenfalls bestehen sie aus einer völlig anderen Substanz.

Die farbigen, den Eiweisskörperchen homologen Kugeln sind bei diesem Exemplare nicht, wie oben, gelb, sondern blaugrau mit violettem Schein. Sie bestehen aus einer ziemlich gleichmässig homogen-trüben Masse von einigem Glanze, ähnlich den sonst auftretenden bläulich gefärbten Kugeln. Doch sind sie nicht so kugelrund, wie bei *Fissurella*, sondern etwas unregelmässig verdrückt, aber nicht etwa runzelig. Vielleicht sind sie ursprünglich kugelig; in Folge ihres weichen Zustandes wird ihre Gestalt jedoch verändert. Dies hängt wohl auch mit ihrer Anzahl und beträchtlichen Grösse zusammen, die sogar die der grössten Körner übersteigen kann.

Während die Mehrzahl der Körnerzellen der oben gegebenen Beschreibung entspricht, so fehlt es doch nicht an anderen Erscheinungen. So sah ich eine Zelle mit normalen braungelben Körnern und einem einzelnen grossen Klumpen (d = ca. 13 μ), von einer Farbe, die in der Mitte zwischen derjenigen der Körner und der sonst sichtbaren grauen Kugeln steht (Taf. 1. Fig. 10). Infolge seiner beträchtlichen Grösse erscheint er sehr dunkel und trübe, aber noch homogen. Das Auffallendste daran ist jedoch, dass er Elemente enthält, welche den farbigen Körnern eigenthümlich sind, nämlich braune Granula und ebenso tingirte krystallartige Stäbe (vergl. Taf. 1. Fig. 27). Dies erinnert uns an Erscheinungen, wie wir sie früher bei *Doris tuberculata* constatirt hatten (vergl. Theil 1. Taf. 1. Fig. 13), und wir müssen schliessen, dass auch hier eine graue Kugel ein gelbes Korn in sich aufgenommen und gelöst hat, so dass nun dessen Inhaltsbestandtheile frei in jene Kugel zu liegen kommen.

In einigen Körnerzellen sind die Kugeln weniger grau, als vielmehr grauviolett in ihrer Farbe; farblose Eiweisskörperchen sind hingegen nicht zu bemerken.

Die keulenförmigen Fermentzellen enthalten gelbe, öltropfenartige Secretkugeln von gewöhnlichem Aussehen.

Der Koth dieses Exemplares, welches einen Tag hindurch ohne Nahrung gehalten worden war, bestand fast nur noch aus den Secreten der Mitteldarmdrüse. Neben zahlreichen gelben Körnern, welche ganz unverändert

erschienen, befanden sich die oben erwähnten farblosen Krystalle, während die grauen Kugeln fehlten. Diese dürften also wohl beim Passiren des Darmkanales zerstört worden sein. Dagegen sah ich ganz massenhaft die Fermentballen aus den keulenförmigen Zellen, gleichfalls kaum verändert. Auch nach diesem Befunde möchte daher der Schluss gestattet sein, dass normaler Weise die Secrete beider Zellarten zur Verdauung gebraucht werden, beim Hungerzustande aber nicht zur Verwendung gelangen und daher fast unverändert ausgeschieden werden.

Noch ein drittes Individuum von *Doris marmorata*, welches im März untersucht wurde, bot Bemerkenswerthes.

Die Körnerzellen führten hier nämlich schön blaugefärbte Körper, die aber nicht kugelig, wie sonst, sondern vielmehr etwas runzelig und eckig, ähnlich den ungefärbten Eiweisskörperchen waren, zu denen sie also in dieser Hinsicht einen Uebergang bilden und besonders darauf hindeuten, dass beiderlei Gebilde nicht nur homo- sondern auch analog seien. In einigen Zellen sind sie mehr rund und schmutzig graublau.

Die farbigen Körner sind blassbraun mit kleinen dunklen Granulis. Sie besitzen hier keine Krystalle oder dergleichen. Solche liegen vielmehr nur frei in der Zelle, zusammen mit zahlreichen kleinen Fettkügelchen.

Auch hier sind die Keulenzellen, deren Inhalt aus den bekannten gelben ölartigen Kugeln besteht, sehr viel spärlicher.

58) Doris spec. 1°.

(Abbildungen: Taf. 1. Fig. 16 u. 19; Taf. 4. Fig. 55.)

Im Anschluss an die Untersuchung obiger Doriden sollen im Folgenden noch die Verhältnisse bei einigen anderen Exemplaren kurz besprochen werden, deren systematische Bestimmung Schwierigkeiten verursachte. Es drängte sich mir hierbei die Ueberzeugung auf, dass dieser Theil der Opisthobranchien noch einer exacten Durcharbeitung bedarf.

Ein sehr kleines Exemplar vom März, einfach orangeroth gefärbt und ziemlich glatt, besitzt eine rothe Mitteldarmdrüse. Unter dem Mikroskope sieht man in den Körnerzellen oben prachtvolle Kugeln von violettrother Farbe, wie ich sie an anderen Stellen noch nicht zu sehen bekommen hatte. Das Aussehen erinnert lebhaft an das der Körnerzellen von *Fissurella*. Hin und wieder bemerkt man noch grosse Kugeln mit Granulis im Innern (Taf. 1.

Fig. 19). Sie sind blasser als die normalen Kugeln, und ihre Farbe vergeht mehr und mehr unter dem Mikroskop. Ausser den rothen Granulis, welche völlig mit denen der Körner übereinstimmen, zeigen sie verwaschene braune Flecken und zuweilen krystallartige Stäbe.

Die Körner selbst sind fast völlig farblos, dagegen dicht erfüllt mit grossen rothen oder braunrothen Granulis, so dass man glaubt, kein Korn mehr, sondern nur einen gedrängten Haufen solcher Granula vor sich zu haben (Taf. 1. Fig. 16).

Die Keulenzellen stimmen mit denjenigen der anderen Doriden überein.

Zum Schluss ist noch zu bemerken, dass das Epithel sehr schön die Wimperung zeigt.

Ein zweites Exemplar von gleichfalls orangerother Farbe hat ebenso lebhaft gefärbte Kugeln. Die Körner aber sind hier hellgelblich mit grossen rothen Granulis, welche ziemlich zahlreich und mehr oder weniger von annähernd derselben Grösse sind.

Die Keulenzellen führen goldgelbe glänzende Tröpfchen.

59) Doris spec. 2°.

(Taf. 1. Fig, 4, 5, 7, 12, 13, 14, 15 und 17.)

Das uns vorliegende Exemplar, gleichfalls vom März, besitzt einen rothen Fuss und ist oben ziemlich einfarbig dunkelbraun. Die Drüsensubstanz ist hell-rothbraun. Das Aussehen der Epithelbestandtheile erinnert an die von *Doris argus* (vergl. Theil I. a. a. O.).

Der Inhalt der Körnerzellen, welche auch hier überwiegen, besteht zumeist aus ganz intensiv bräunlichroth gefärbten Körnern von stark runzeligem Aussehen und grossen, fast rubinrothen Granulis. Diese Körner sind klein. Daneben aber finden sich noch grössere gelbliche Körner und auch Uebergänge zwischen beiden Formen. Da nun ihr Aussehen ein ebenfalls stark runzeliges ist, so kann kaum angenommen werden, dass dies Quellungserscheinungen sind. Das Merkwürdigste dabei ist, dass eine und dieselbe Zelle beide Abarten führen kann, so dass die grösseren gelben Körner oben liegen. Jüngere Zellen enthalten meist nur gelbliche Körner, oft ohne Granula, jedoch allenfalls mit einigen farblosen Krystallstäbchen (Taf. 1. Fig. 15).

Als die normalste Form der Körner können wir die mittelgrossen, braunrothen bis braunen bezeichnen (Taf. 1. Fig. 17), welche ebenso gefärbte,

grosse, kugelige Granula einschliessen. Einen Uebergang zu den gelben und meist grösseren bildet Fig. 14, Taf. 1 von hellbrauner Färbung. Oft bemerkt man darin braune Krystallstäbe. Um vieles heller sind Fig. 15 und 13, oft mit, oft ohne Granula, meist aber mit gefärbten oder nicht gefärbten Stäben. Noch blasser ist Fig. 12, und Fig. 5 zeigt uns ein junges Korn, das aber bereits gequollen ist, wie das grössere und reifere in Fig. 4.

Den Gegensatz hierzu bieten Körner, wie wir sie in Fig. 7, Taf. 1 antreffen.

Sie sind, wie schon gesagt, kleiner als die anderen, aber viel kräftiger gefärbt, und zwar braunroth bis rubinroth, wie auch ihre randständigen und grossen Granula. Während aber die anderen Körner immer frei in der Zelle liegen, so zeigen sie das Bestreben, sich zu mehreren zusammenzuballen (sogenannte Waarenballenform).

Ausser diesen so verschiedenartig gestalteten Körnern enthalten die Körnerzellen noch die bekannten farblosen krystallartigen Gebilde in ganz bedeutender Menge, welche denen von *Doris argus* (Theil I. Taf. 1. Fig. 3) gleichen.

Eine weitere Aehnlichkeit mit dieser *Doris* besteht ferner noch darin, dass hier keine farbigen Kugeln vorhanden sind.

Schon bei der Untersuchung des Leberepithels der Doriden von Neapel, unter denen *Doris tuberculata* die erste Stelle einnahm, hatten wir die ausserordentlich weitgehende Differenzirung und Vielgestaltigkeit des Inhaltes der Körnerzellen kennen gelernt. Bei der neu aufgenommenen Untersuchung in Triest ist nun noch Manches hinzugekommen und Einiges, was früher zweifelhaft blieb, aufgeklärt worden. So unterliegt es jetzt keinem Zweifel mehr, dass das Epithel stets bewimpert ist, und dass das Auftreten der gefärbten Kugeln nicht von Einflüssen der Jahreszeit oder dergleichen abhängig ist.

Diese Kugeln sind eins der eigenthümlichsten Kennzeichen der Doriden und fehlen nur der *Doris argus*. Ihre Färbung und Gestaltung ist aber eine viel mannigfaltigere, als wir früher gesehen hatten; denn obwohl sie meist bläulich sind, so können sie auch grau, röthlich oder gelb sein und im ersteren Falle krystallartige Gebilde enthalten.

Ebenso oder vielleicht noch vielgestaltiger sind die farbigen Körner, welche wohl bei keinem anderen Mollusk einen so hohen Grad der Entwickelung aufweisen.

Die dritte Eigenthümlichkeit ist das Vorhandensein von freiliegenden, farblosen Krystallen in den Zellen, wie sie uns schon von *Doris argus* her bekannt sind.

Die zweite Art der Fermentzellen tritt hinsichtlich ihrer Anzahl und Entwickelung ganz bedeutend zurück. Im Allgemeinen besteht ihr Inhalt aus gelben öltropfenartigen Kugeln.

60) Doriopsis limbata Cuv.

(Abbildungen: Taf. 1. Fig. 6 und 9.)

Die Körnerzellen haben hier einen hellen Inhalt und die Körner sind nur spärlich vorhanden. Sie sind mehr oder weniger oval, hellgelb und von stark runzeliger Oberfläche. In ihnen liegen etwa 8—12 grosse, hellrothe, glänzende Granula von kugeliger Form (Taf. 1. Fig. 6). Die Länge eines Kornes beträgt etwa 6 bis 7 μ, der Durchmesser einer Zelle etwa 24 μ.

Der grösste Theil der Zelle wird von farblosen, kleinen Körpern erfüllt, welche wir den Eiweisskörperchen gleichsetzen müssen, obgleich sie etwas anders als diese aussehen. Sie glänzen nämlich viel stärker und sind stark gerunzelt. Auch sind sie viel kleiner als gewöhnlich und contrastiren in diesem Punkte bedeutend mit den farbigen Körnern.

Die keulenförmigen Fermentzellen sind denen von *Fissurella* ähnlich. Sie besitzen öltropfenartige bräunlichgelbe oder grünlichbraune Kugeln von kräftiger Farbe, zuweilen mit trübem Inhalte. Oft sind die Kugeln in jeder Zelle gleich gross, oft verschieden gross.

Diese Zellen sind etwa ebenso zahlreich, wie die Körnerzellen, aber bedeutend umfangreicher.

61) Tethys fimbriata L.

(Abbildungen: Taf. 2. Fig. 63; Taf. 4. Fig. 41.)

Diese Species von *Tethys* schliesst sich der *Tethys leporina* nahe an, die ich in Neapel untersucht hatte.

Bei dem ersten uns vorliegenden Individuum sind keine echten Körner aufzufinden. Sie werden ersetzt durch sehr zahlreich auftretende, gelblich-

trübe, ovale Körper, die mässig runzelig sind. Zwar enthalten sie dunklere diffuse Flecken eingestreut, aber Granula fehlen ihnen ganz entschieden (Taf. 2. Fig. 63). Ihre Länge ist etwa 6 μ, ihre Breite = ca. 4,5 μ. Ausserdem enthalten diese Zellen normale, farblose und ziemlich kleine Eiweisskörperchen.

Ein zweites, etwas kleineres Exemplar besitzt gleichfalls die gelben Körner in grosser Menge. Daneben finden sich aber auch echte farbige Körner, aber so selten, dass man lange nach ihnen suchen muss. Sie sind sehr klein, dabei sehr kräftig braunroth gefärbt und besitzen mässig grosse, deutliche Granula, ganz so, wie wir sie seiner Zeit von *Tethys leporina* beschrieben hatten (Theil I, p. 127 und ebenda Taf. 2. Fig. 79). Ferner sieht man noch, und zwar etwas häufiger, grössere, aber blasser gefärbte und, wie es scheint, gequollene Körner (vergl. Theil I, p. 131), mit unveränderten Granulis. Es ist aber wohl gewiss, dass die gelben Körner davon ganz verschieden sind; denn sie könnten nur durch Quellung aus jenen hervorgegangen sein, zu welcher Annahme jedoch jede Begründung fehlt. Vor allen Dingen lässt ihre Form ja nicht darauf schliessen.

Des Vergleichs halber sei hier noch ein drittes Exemplar angeführt, welches ich im März erhielt. Hier sind die braunrothen Körner noch spärlicher, die gelben aber sind dunkler gefärbt als oben und glänzen. Granula fehlen ihnen ebenfalls.

Die keulenförmigen Zellen entsprechen denen von *T. leporina* (vergl. Theil I, p. 179, 210 etc. und Taf. 2. Fig. 56). Die in ihnen schwebende helle Blase enthält einen dunkelbraunen Klumpen.

Bei dem zweiten Exemplare ist ihr Inhalt sehr intensiv gefärbt. Schon die Blase ist nicht mehr hell, sondern gelblichbraun (Taf. 4. Fig. 41), und der darin hängende Klumpen ist dunkelbraun und gross. Bei einiger Vorsicht platzen die Zellen nicht, runden sich aber zur Kugel ab. In reiferen Zellen erscheint der Kern klein, oval und fast homogen, umgeben von feinkörnigem Plasma.

In manchen Zellen enthält die Blase neben dem grossen Klumpen noch einen kleineren, schon ebenso kräftig gefärbten.

Der Inhalt der Kalkzellen ist gelblich. Sie stimmen sonst mit denen von *Tethys leporina* überein; viele führen aber keine Kalkkugeln, sondern nur das grobkörnige Plasma (vergl. Theil I. Taf. 1. Fig. 25 und Taf. 2. Fig. 69).

62) Aeolis exigua Ald. & Hanc.

Von dieser zierlichen Nacktschnecke, welche auf *Cordylophora lacustris* im Brackwasser lebt, erhielt ich ein kleines Exemplar in Kiel (Juli).

Die Körnerzellen enthielten einzelne braune Körner. Zahlreicher waren farblose, runzelig-eckige, ziemlich glänzende Körper, welche sehr wahrscheinlich den Eiweisskörperchen identisch sind. Ausserdem liegen in den Zellen noch stäbchen- oder plattenförmige Krystalle.

Der Inhalt der zweiten Zellart besteht aus radiär gestreiften Kugeln.

63) Aeolis drummondi Thomps.

(Abbildung: Taf. 4. Fig. 35.)

Ich erhielt hiervon ein Exemplar im Juni in Kiel. Dasselbe war nur wenig gefärbt, mit Ausnahme der Rückenanhänge, welche dunkelviolett waren. Das Epithel lässt sich sehr bequem untersuchen, indem man einen der Rückenschläuche abschneidet, wobei das Thier weiter am Leben bleibt.

Das Epithel zeigt deutliche Wimperung. Die Körnerzellen sind viel zahlreicher als die Keulenzellen. Erstere enthalten spärliche Körner, Klümpchen von violetten Kugeln und dazwischen farblose Kryställchen, ganz wie die von *Doris marmorata*. Die Körner sind sehr klein, runzelig-eckig, von schmutzig brauner Farbe.

Die keulenförmigen Zellen führen öltropfenartige Kugeln von blassgelblicher Farbe, welche bei längerem Liegen in Seewasser runzelig und eckig werden (Taf. 4. Fig. 35). Meist sind diese Kugeln von verschiedener Grösse.

In der kugelig gewordenen halbreifen Zelle, deren Plasma fast homogen ist, bemerkt man noch den Kern und dessen Structur.

64) Embletonia pallida Ald. & Hanc.

Auch diese zierliche Schnecke lebt zwischen *Cordylophora lacustris*. Das Aussehen des Epithels schliesst sich ganz an das der oben citirten Arten an. Die Körner sind ebenfalls sehr spärlich und mit kleinen Kryställchen vergesellschaftet.

Schlusswort.

Vorliegende Untersuchung ist, wie schon Eingangs bemerkt, in Triest und in Kiel entstanden. Durch die Güte des Herrn Hofrath Professor Dr. C. Claus war es mir gestattet, an ersterem Orte während der Herbstmonate in der dortigen Zoologischen Station zu arbeiten. Obwohl ich dann leider die im Frühjahre wieder aufgenommenen Studien bald einstellen musste, so war es mir doch vergönnt, dank dem freundlichen Entgegenkommen des Herrn Geheimrath Professor Dr. C. Möbius, während des darauffolgenden Sommers in dem Zoologischen Institute zu Kiel noch manch' schätzenswerthes Material zusammenzutragen.

Ich nehme mir die Freiheit, den beiden genannten Herren noch an dieser Stelle meinen schuldigen Dank auszusprechen.

Als ich mich darauf nach Córdoba in Argentinien wandte, hoffte ich theils hier, theils an der Küste des Atlantischen Oceans die Untersuchungen weiter fördern zu können. Leider erwies sich aber diese Hoffnung als trügerisch, denn die spärliche Fauna der hiesigen Landschnecken bot wenig Neues hinsichtlich des Baues der Mitteldarmdrüse, und zu einem erfolgreichen Aufenthalte an einem passenden Küstenorte fehlten alle Vorbedingungen. So musste ich endlich zu einem vorläufigen Abschluss dieses Theiles meiner Mikrographie[1]) schreiten und den noch gänzlich unfertigen Theil, welcher die Landschnecken und Cephalopoden behandelt, bis zu einer günstigeren Gelegenheit verschieben.

Córdoba, im Juni 1890.

Es sei mir auch an dieser Stelle gestattet, dem Vorstande der Kaiserl. Leopold.-Carol. Akademie der Naturforscher, insbesondere Herrn Geh. Reg.-Rath

[1]) Vergl. diese „Acta" Band XLVIII. Nr. 2. 1886. p. 83 bis 296 und „Bollettino della Società adriatica di scienze naturali in Trieste", Vol. IX. Nr. 2. 1886.

Prof. H. Knoblauch, meinen aufrichtigsten Dank für die Munificenz auszusprechen, mit welcher das vorliegende Heft meiner „Mikrographie“ ausgestattet worden ist. Ebenso möchte ich es nicht unterlassen, Herrn Lithograph E. Prillwitz meine vollste Anerkennung hinsichtlich der von ihm ausgeführten lithographischen Arbeit hiermit auszusprechen und die Sorgfalt zu rühmen, mit welcher er sich seiner Aufgabe hingegeben hat.

Friedrichshagen bei Berlin,
im Mai 1893.

Der Verfasser.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 1 (Fig. 1 bis einschl. 32).

Diese Tafel enthält Abbildungen von Körnerzellen und deren Bestandtheilen.

Fig. 1. Kugelig gewordene Körnerzelle von *Patella coerulea* mit einem Körnerklumpen und einzelnen Körnern, sowie gelben Eiweisskörperchen.
Fig. 2. Junger Körnerklumpen von *Patella coerulea*, stärker vergrössert.
Fig. 3. Grosser Körnerklumpen von dunklerer Farbe.
Fig. 4. Gequollenes Korn von *Doris spec.* 2⁰ mit randständigen Granulis.
Fig. 5. Junges gequollenes Korn von derselben *Doris*.
Fig. 6. Gelbes Korn von *Doriopsis limbata*.
Fig. 7. Conglomerat von mehreren rubinrothen Körnern aus *Doris spec.* 2⁰.
Fig. 8. Kleines farbloses Korn von *Doris tuberculata*.
Fig. 9. Vermuthliches Eiweisskörperchen von *Doriopsis limbata*.
Fig. 10. Umgewandeltes Korn aus *Doris marmorata*.
Fig. 11. Reife Körnerzelle von *Doris marmorata*.
Fig. 12. Helles Korn von *Doris spec.* 2⁰ mit einem Granulum.
Fig. 13. Aehnliches, mehr gelbes Korn, ebendaselbst.
Fig. 14. Mittlere Form eines Kornes, ebendaselbst.
Fig. 15. Gelbes Korn ohne Granula, ebendaselbst.
Fig. 16. Helles Korn, dicht erfüllt von grossen Granulis, *Doris spec.* 1⁰.
Fig. 17. Braunes Korn von *Doris spec.* 2⁰.
Fig. 18. Annähernd reife Körnerzelle von *Doris tuberculata*.
Fig. 19. Blaue Kugel mit aufgenommenen Granulis, *Doris spec.* 1⁰.
Fig. 20. Krystalle aus den Körnerzellen von *Doris marmorata*.
Fig. 21. Junge, kugelig gewordene Körnerzelle von *Doris marmorata*.
Fig. 22. Rothes Korn von *Doris marmorata*, vergl. Fig. 21.
Fig. 23. Gequollenes farbloses Korn von *Doris tuberculata*.
Fig. 24. Gelbes Korn von derselben *Doris*, mit einer Hülle umgeben.

Fig. 25. Graue Kugel (Eiweisskörperchen) von *Doris tuberculata.*
Fig. 26. Gelbes Körperchen von *Doris marmorata.*
Fig. 27. Grosses gelbes Korn von *Doris marmorata.*
Fig. 28. Gelbes Korn von *Doris tuberculata.*
Fig. 29. Farbloses Korn mit grossen braunen Granulis von *Fissurella costaria.*
Fig. 30. Bräunliches Korn einer anderen *Fissurella costaria.*
Fig. 31. Helleres Korn einer *Fissurella costaria.*
Fig. 32. Ebensolches, halbgequollenes.

Tafel 2 (Fig. 33 bis einschl. Fig. 64).

Diese Tafel enthält Abbildungen von Körnerzellen und deren Bestandtheilen.

Fig. 33. Gequollenes Korn von *Fissurella costaria.*
Fig. 34. Korn eines anderen Exemplars mit Granulis und farblosen Krystallen.
Fig. 35. Ein ähnliches Korn mit zahlreicheren Krystallen.
Fig. 36. Junger Secretballen aus einer Körnerzelle von *Fissurella costaria,* mit hellblauen Kugeln erfüllt.
Fig. 37. Reiferer Ballen eines anderen Exemplars mit violetten Kugeln.
Fig. 38. Ebensolcher Ballen, bereits mit einigen Körnern.
Fig. 39. Junge Körnerzelle einer anderen *Fissurella costaria* mit hellen Kugeln und einem grossen Korn.
Fig. 40. Aehnliche Zelle, ausserdem mit Kalkkörpern.
Fig. 41. Reifere Körnerzelle von *Fissurella costaria,* mit farblosen Kugeln, Kalkkörpern und grossen Körnern.
Fig. 42. Fast reife Zelle, ebendaher.
Fig. 43. Körnerzelle von *Fissurella costaria* mit blauen Kugeln.
Fig. 44. Eine Epithelzotte von *Fissurella costaria* mit beiden Zellarten und Wimperung.
Fig. 45. Reife Körnerzelle von *Fissurella costaria.*
Fig. 46. Zwei halbreife Körnerzellen, ebendaselbst.
Fig. 47. Junger Ballen mit fast farblosen Kugeln von *Fissurella.*
Fig. 48. Normales Korn von *Turritella communis.*
Fig. 49. Grösseres Korn, ebendaher, ohne Granula, aber mit Krystallkörpern.
Fig. 50. Gequollenes Korn von *Turritella.*
Fig. 51. Korn mit Granulis und Krystallstäben, ebendaher.
Fig. 52. Junges Korn, und
Fig. 53. Reiferes Korn mit linsenförmigem Körper, *Turritella.*
Fig. 54. Braunes Korn von *Turbo rugosus.*
Fig. 55. Junges Korn von *Turbo rugosus.*

Fig. 56. Grosse Körnerzelle mit tiefblauen Kugeln. *Turbo.*
Fig. 57. Jüngere Zelle, nur blaue Kugeln enthaltend, ebendaher.
Fig. 58. Grosses Korn, von Fett-Tröpfchen umgeben.
Fig. 59. Normales Korn von *Turbo rugosus,* mit rothen Stäbchen.
Fig. 60. Gequollenes Korn von *Turbo rugosus.*
Fig. 61. Violette Kugel mit feiner radiärer Streifung von *Bulla hydatis.*
Fig. 62. Blaues Eiweisskörperchen von *Fissurella costaria.*
Fig. 63. Gelbes Korn von *Tethys fimbriata.*
Fig. 64. Bewimperte Körnerzelle von *Murex edwardsi,* mit zahlreichen farblosen Eiweisskörpern uud einigen farbigen Körnern.

Tafel 3 (Fig. 1 bis einschl. Fig. 23).

Fig. 1. Zusammengeballter Secretklumpen aus einer keulenförmigen Zelle von *Pecten jacobaeus.*
Fig. 2. Aehnlicher Klumpen von *Venus verrucosa.*
Fig. 3. Junge Körnerzelle von *Pecten jacobaeus.*
Fig. 4. Halbreife keulenförmige Zelle von *Venus verrucosa* mit zahlreichen farblosen Eiweisskörperchen, einem kleinen Secretklumpen und einem grossen Kern.
Fig. 5. Körnerzelle von *Pecten jacobaeus.*
Fig. 6. Acinus von *Venus decussata,* nur Keulenzellen führend.
Fig. 7. Tubus von *Cardium edule,* am blinden Ende mit grossen Keulen-, am offenen Ende mit kleineren Körnerzellen.
Fig. 8. Ende eines Drüsenschlauches von *Cardium edule,* stark vergrössert.
Fig. 9. Drüsenschläuche von *Venus gallina.*
Fig. 10. Reife Körnerzelle von *Pecten jacobaeus.*
Fig. 11. Halbzerstörter Secretballen von *Cardium edule.*
Fig. 12. Junge Keulenzelle von *Venus gallina.*
Fig. 13. Jüngere Körnerzelle von *Venus verrucosa* mit grossem Kern.
Fig. 14. Körnerhaufen von *Bulla hydatis.*
Fig. 15. Jüngere Körnerzelle ebendaher, mit grossem Fett-Tropfen.
Fig. 16. Einzelnes bräunes Korn von *Bulla hydatis.*
Fig. 17. Unreife Körnerzelle von *Doridium tricoloratum,* noch ohne Körner.
Fig. 18. Grössere Körnerzelle, ebendaselbst.
Fig. 19. Halbreifer Secretklumpen aus einer Fermentzelle von *Cerithium vulgatum.*
Fig. 20. Ganz junge Keulenzelle, ebendaher.
Fig. 21. Junge Körnerzelle von *Acera bullata* mit einem riesigen Kern.
Fig. 22. Gequollenes Korn von *Mytilus edulis.*
Fig. 23. Körnerzelle von *Chiton cajetanus,* mit zwei Körneraglomeraten.

Tafel 4 (Fig. 24 bis einschl. Fig. 57).

Fig. 24. Keulenzelle von *Acera bullata*, enthaltend Blasen mit radiär gestreiften kugeligen Concrementen.
Fig. 25. Blase, ebendaher, zugleich mit Krümeln.
Fig. 26. Blase, ebendaher, mit mehreren radiär gestreiften Kugeln.
Fig. 27. Radiär gestreifte Kugeln von *Philine aperta*, stark vergrössert.
Fig. 28. Ballen von *Philine aperta* mit zahlreichen derartigen Kugeln.
Fig. 29. Secretblase einer Keulenzelle von *Acera bullata* mit Krümeln.
Fig. 30. Zelle mit zwei ähnlichen Bläschen.
Fig. 31. Farblose Blase von *Acera bullata* mit radiär gestreiften Kugeln und Krümeln.
Fig. 32. Junge Zelle, ebendaher, mit kleinen Concretionen und grossem Kern.
Fig. 33. Keulenzelle mit braunem Inhalt, *Acera bullata*.
Fig. 34. Klumpen von kleinen, braunen Kugeln, *Bulla hydatis*.
Fig. 35. Jüngere Keulenzelle von *Acolis drummondi* mit gelben Körperchen.
Fig. 36. Blase mit braunen Concretionen von *Turbo rugosus*.
Fig. 37. Braune Concretionen aus den Keulenzellen, ebenda.
Fig. 38. Keulenzelle mit goldgelben Secretkugeln von *Bulla hydatis*.
Fig. 39. Reifere Zelle von *Bulla hydatis*.
Fig. 40. Jüngere Keulenzelle, ebendaher.
Fig. 41. Keulenzelle von *Tethys fimbriata* mit Blase und Concrement.
Fig. 42. Sehr junge Keulenzelle von *Fissurella costaria* mit Kügelchen und Krystallstäben.
Fig. 43. Etwas reifere Zelle, ebendaher.
Fig. 44. Reife Keulenzelle, desgleichen, ohne Krystalle.
Fig. 45. Halbreife Zelle von *Fissurella* mit gelben Kugeln und Krystallen.
Fig. 46. Aehnliche Zelle von *Fissurella costaria* mit deutlichem Kern.
Fig. 47. Zelle mit braunen Klumpen, desgleichen.
Fig. 48. Halbreife Keulenzelle von *Fissurella costaria*.
Fig. 49. Jüngere Zelle, ebendaher.
Fig. 50. Sehr junge Keulenzelle von *Fissurella* mit kleinen, gelben Krystallen.
Fig. 51. Halbreife Keulenzelle von *Doris tuberculata* mit gelben Krystallen und grossem Kern.
Fig. 52. Aehnliche Zelle von *Doris tuberculata* mit Secretblase.
Fig. 53. Sehr junge Zelle, ebendaher, mit braunen Krümelchen und grossem Kern.
Fig. 54. Aehnliche Zelle mit gelblichen Körperchen.
Fig. 55. Fast reife Keulenzelle von *Doris spec.* 1° mit Secretblase.
Fig. 56. Jüngere Keulenzelle von *Doris tuberculata*.
Fig. 57. Aehnliche Keulenzelle, ebendaher.

J. Frenzel: Mitteldarmdrüse der Mollusken. II. Taf. 1 und 2

Joh. Frenzel del.

Lith. Anst. v. E. Prillwitz jr., Berlin.

J. Frenzel: Mitteldarmdrüse der Mollusken. II. Taf. 3 und 4.

3 2044 106 271 422

3 2044 106 271 422

...bene Bände der NOVA ACTA sind
...rmann in Leipzig zu beziehen:

													Halle	1893.	4°.
													„	1893.	4°.
													„	1892.	4°.
													„	1891.	4°.
													„	1891.	4°.
													„	1890.	4°.
													„	1889.	4°.
													„	1888.	4°.
LI													„	1887.	4°.
„	L												„	1887.	4°.
„	XLIX												„	1887.	4°.
„	XLVIII												„	1886.	4°.
„	XLVII												„	1885.	4°.
„	XLVI												„	1884.	4°.
„	XLV												„	1884.	4°.
„	XLIV												„	1883.	4°.
„	XLIII												„	1882.	4°.
„	XLII												„	1881.	4°.
„	XLI P. II												„	1880.	4°.
„	XLI P. I												„	1879.	4°.
„	XL												„	1878.	4°.
„	XXXIX												Dresden	1877.	4°.
„	XXXVIII												„	1876.	4°.
„	XXXVII												„	1875.	4°.
„	XXXVI												„	1873.	4°.
„	XXXV												„	1870.	4°.
„	XXXIV												„	1868.	4°.
„	XXXIII	(=	N.	F.	Bd.	XXV)							„	1867.	4°.
„	XXXII P. II	(=	„	„	„	XXIV	Abth. 2)						„	1867.	4°.
„	XXXII P. I	(=	„	„	„	XXIV	Abth. 1)						„	1865.	4°.
„	XXXI	(=	„	„	„	XXIII)							„	1864.	4°.
„	XXX	(=	„	„	„	XXII)							„	1864.	4°.
„	XXIX	(=	„	„	„	XXI)							Jena	1862.	4°.
„	XXVIII	(=	„	„	„	XX)							„	1861.	4°.
„	XXVII	(=	„	„	„	XIX)							„	1860.	4°.
„	XXVI P. II	(=	„	„	„	XVIII	Abth. 2)						Breslau und Bonn	1858.	4°.
„	XXVI P. I	(=	„	„	„	XVIII	Abth. 1)						„ „	1857.	4°.
„	XXV P. II	(=	„	„	„	XVII	Abth. 2)						„	1856.	4°.
„	XXV P. I	(=	„	„	„	XVII	Abth. 1)						„	1855.	4°.
„	XXIV Spl.	(=	„	„	„	XVI	Spl.)						„	1854.	4°.
„	XXIV P. II	(=	„	„	„	XVI	Abth. 2)						„	1854.	4°.
„	XXIV P. I	(=	„	„	„	XVI	Abth. 1)						„	1854.	4°.
„	XXIII Spl.	(=	„	„	„	XV	Spl.)						„	1856.	4°.
„	XXIII P. II	(=	„	„	„	XV	Abth. 2)						„	1852.	4°.
„	XXIII P. I	(=	„	„	„	XV	Abth. 1)						„	1851.	4°.
„	XXII Spl.	(=	„	„	„	XIV	Spl.)						„	1852.	4°.
„	XXII P. II	(=	„	„	„	XIV	Abth. 2)						„	1850.	4°.
„	XXII P. I	(=	„	„	„	XIV	Abth. 1)						„	1847.	4°.
„	XXI Spl.	(=	„	„	„	XIII	Spl.)						„	1846.	4°.
„	XXI P. II	(=	„	„	„	XIII	Abth. 2)						„	1845.	4°.
„	XXI P. I	(=	„	„	„	XIII	Abth. 1)						„	1845.	4°.
„	XX P. II	(=	„	„	„	XII	Abth. 2)						„	1844.	4°.
„	XX P. I	(=	„	„	„	XII	Abth. 1)						„	1843.	4°.
„	XIX Spl. II	(=	„	„	„	XI	Spl. 2)						„	1841.	4°.
„	XIX Spl. I	(=	„	„	„	XI	Spl. 1)						„	1843.	4°.
„	XIX P. II	(=	„	„	„	XI	Abth. 2)						„	1842.	4°.
„	XIX P. I	(=	„	„	„	XI	Abth. 1)						„	1839.	4°.
„	XVIII Spl. II	(=	„	„	„	X	Spl. 2)						„	1841.	4°.
„	XVIII Spl. I	(=	„	„	„	X	Spl. 1)						„	1841.	4°.
„	XVIII P. II	(=	„	„	„	X	Abth. 2)						„	1838.	4°.
„	XVIII P. I	(=	„	„	„	X	Abth. 1)						„	1836.	4°.
„	XVII Spl.	(=	„	„	„	IX	Spl.)						„	1836.	4°.
„	XVII P. II	(=	„	„	„	IX	Abth. 2)						„	1835.	4°.
„	XVII P. I	(=	„	„	„	IX	Abth. 1)						„	1835.	4°.
„	XVI Spl.	(=	„	„	„	VIII	Spl.)						„	1834.	4°. [vergriffen.]
„	XVI P. II	(=	„	„	„	VIII	Abth. 2)						„	1833.	4°.
„	XVI P. I	(=	„	„	„	VIII	Abth. 1)						„	1832.	4°.
„	XV Spl.	(=	„	„	„	VII	Spl.)						„	1831.	4°. [vergriffen.]
„	XV P. II	(=	„	„	„	VII	Abth. 2)						„	1831.	4°.
„	XV P. I	(=	„	„	„	VII	Abth. 1)						Bonn	1831.	4°.
„	XIV Spl.	(=	„	„	„	VI	Spl.)						„	1829.	4°. [vergriffen.]
„	XIV P. II	(=	„	„	„	VI	Abth. 2)						„	1829.	4°.
„	XIV P. I	(=	„	„	„	VI	Abth. 1)						„	1828.	4°.
„	XIII P. II	(=	„	„	„	V	Abth. 2)						„	1827.	4°.
„	XIII P. I	(=	„	„	„	V	Abth. 1)						„	1826.	4°.
„	XII P. II	(=	„	„	„	IV	Abth. 2)						„	1825.	4°.
„	XII P. I	(=	„	„	„	IV	Abth. 1)						„	1824.	4°.
„	XI P. II	(=	„	„	„	III	Abth. 2)						„	1823.	4°.
„	XI P. I	(=	„	„	„	III	Abth. 1)						„	1823.	4°.
„	X P. II	(=	„	„	„	II	Abth. 2)						„	1821.	4°.
„	X P. I	(=	„	„	„	II	Abth. 1)						„	1820.	4°.
„	IX	(=	„	„	„	I)							Erlangen	1818.	4°. [vergriffen.]